

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Viestinnän koulutusohjelma

Antti Silkelä

INTERCOM-JÄRJESTELMÄT BROADCASTING-TUOTANNOISSA

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2017



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Maaliskuu 2017**  
**Viestinnän koulutusohjelma**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
(013) 260 600

**Tekijä**  
Antti Silkelä

**Nimeke**  
Intercom-järjestelmät broadcasting-tuotannoissa

**Tiivistelmä**

Broadcasting on ohjelmavirran jakamista vastaanottajien muodostamalle yleisölle esimerkiksi viihde- ja musiikkiohjelmien muodossa. Broadcasting-tuotannon onnistumiselle on keskeistä sujuva tehtävien koordinointi työryhmän eri vastuu-alueiden välillä. Opinnäytetyö on opas monikameratuotantojen työryhmän kommunikoinnin mahdollistavien intercom-laitteistojen tekniikkaan ja käyttöön.

Intercom-järjestelmissä yhdistyvät analogiset ja digitaaliset signaalit, sekä kiinteät ja langattomat laitteistot, joten tietopohja aiheesta on laaja. Tämän vuoksi keskeiset termit, laitteistot ja käytännöt yhdistävälle suomenkieliselle teokselle on tarvetta. Opinnäytetyössä käydään läpi broadcasting-tuotantojen työryhmän jäsenten tehtäviä, intercom-sanastoa, langattomien järjestelmien ominaisuuksia sekä käytännön esimerkkejä tuotannoista. Kirjallisten lähteiden lisäksi tietopohja perustuu intercom-asiantuntijoiden konsultaatioihin.

Intercom-laitteistot ovat siirtyneet yhä enemmän digitaalitekнологiaan, ja IP-verkko infrastruktuurin integroiminen järjestelmiin on nykyaikaista. Tämä luo uusia mahdollisuuksia järjestelmien kasvaessa, mutta myös haasteita suurten verkostojen hallintaan. Analogilaitteistoja on yhä tuotannoissa käytössä, mutta suuria järjestelmiä ohjataan digitaalisesti tietokoneohjelmistoilla.

**Kieli**  
suomi

**Sivuja** 52

**Asiasanat**  
Intercom, broadcasting, langattomat järjestelmät, matriisi



**THESIS**  
**March 2017**  
**Degree Programme in Media Studies**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+358 13 260 600

Author  
Antti Silkelä

Title  
Intercom Systems in Broadcasting Productions

#### Abstract

Broadcasting is the process of streaming video and audio content for the audience. Broadcasting productions include, for example, various television, music, and game shows and sport events. Intercom systems enables the communication among the production crew working in multiple locations. This thesis is a guide to the technology and use of intercom systems in multi camera productions.

Digital and analog equipment as well wired and wireless connections intertwine in intercom systems. For this reason the knowledge base for the subject is widespread. The thesis covers the terminology, work practices and essential equipment of intercom systems. This thesis also includes information about the basic features of wireless systems.

Intercom systems in broadcasting productions today rely mostly on digital technology. IP-network infrastructure is applied to the systems more and more. This creates new possibilities to broaden the communication networks but at the same time creates challenges to control the growing systems. Although there are still analog equipment used in broadcasting productions, the control of the systems are managed by computer softwares.

Language  
Finnish

Pages 52

Keywords  
Intercom, broadcasting, wireless systems, matrix

# Sisältö

1	Johdanto .....	5
2	Broadcasting-tuotanto .....	7
	2.1 Työryhmä .....	7
	2.2 Intercom-kommunikointi .....	10
	2.3 Historia .....	11
3	Intercom-järjestelmät .....	15
	3.1 Moodit .....	15
	3.1.1 Yleiskatsaus .....	15
	3.1.2 Half duplex ja full duplex .....	16
	3.1.3 Two-Wire ja Party-Line .....	17
	3.1.4 Four-Wire .....	18
	3.2 Intercom-matriisi .....	18
	3.2.1 Yleiskatsaus .....	18
	3.2.2 Hybrid ja ISDN .....	20
	3.2.3 GPI .....	21
	3.2.4 Trunking .....	21
	3.2.5 TV-kameroiden intercomit .....	22
	3.3 Digitaalinen audion reititys .....	23
4	Langattomat järjestelmät.....	26
	4.1 Yleiskatsaus .....	26
	4.2 Viestintävirasto .....	27
	4.3 RF-signaali ja sen käyttäytyminen .....	28
	4.4 Polarisatio ja Multipath .....	28
	4.5 Intermodulaatio .....	29
	4.6 Antenni .....	29
	4.7 IEM ja IFB .....	33
	4.8 Radiopuhelimet .....	34
	4.9 Langattoman taajuuskokonaisuuden suunnittelu .....	35
5	Matriisijärjestelmät Paratiisihotellin kuvauksissa .....	36
	5.1 Paratiisihotelli .....	36
	5.2 Riedel Artist .....	37
	5.3 Client Cards .....	38
	5.4 Director-ohjelmisto .....	40
	5.5 Äänen ja kuvan reititys .....	46
	5.6 MediorNet ja Lawo_Vpro8 .....	47
6	Intercom-järjestelmän suunnittelu .....	48
7	Pohdinta .....	49
	Lähteet .....	51

## 1 Johdanto

Three, two, one, action! Nämä sanat ovat tuttuja useimmille meistä elokuvista ja TV-ohjelmista, joissa seurataan suoran TV-lähetyksen alkamista. Näissä kuvis- sa työryhmän jäsenillä on usein päässään kuulokkeet joista lähtee mikrofoni suun eteen. Juontajalla tai uutisankkurilla on korvassaan nappi johon ohjaaja antaa neuvoja.

TV-tuotannossa työskentelee joukko ihmisiä eri työtehtävissä. Tuotannon onnistuminen vaatii työryhmän saumatonta yhteistyötä ja luotettavaa keskenäistä kommunikointia. Oli kyse sitten suoran TV-viihdeohjelman kuvauksesta, konserttitaltioinnista tai urheilulähetyksestä, tuotannon työryhmän keskinäisen viestinnän mahdollistaa intercom-järjestelmä.

Broadcasting on ohjelmavirran jakamista vastaanottajien muodostamalle yleisölle. Broadcasting käsitteen etymologinen tausta on maanviljelysanastossa, jossa se tarkoittaa jyvien ”hajakylvöä” tasaisesti mahdollisimman laajalle alueelle. (Kuutti 2006, 275.) Tässä opinnäytetyössä termi tarkoittaa erityyppisiä monikameratuotantoja, joissa työskentelee joukko ihmisiä eri työtehtävissä. Näissä kaikissa tapauksissa ohjaaja pitää tuotannon langat käsissään intercom-järjestelmän välityksellä, ja työryhmän jäsenet voivat avata puheyhteyden toisilleen työtehtävien koordinoimiseksi.

Työryhmän jäsenelle, joka ei ole vastuussa intercom-viestinnästä, asia on käytännön tasolla yksinkertainen. Työpisteellä on intercom-paneeli, jonka painikkeista saa yhteyden toisiin paneeleihin tai vyöllä laite, jonka avulla voit kommunikoida muulle työryhmälle. Kuitenkin broadcasting-tuotannon intercom-järjestelmän suunnittelussa, kytkemisessä ja konfiguroimisessa on lukuisia asioita, joita tämä opinnäytetyö valottaa.

Opinnäytetyön keskeinen tehtävä on kertoa, mitä intercom-järjestelmät ovat, mistä osa-alueista nämä järjestelmät koostuvat ja kuinka intercom-viestintä toteutetaan broadcasting-tuotannoissa. Tekstissä käydään läpi intercom-jär-

jestelmien historiaa, termejä, ominaisuuksia ja käytännön sovelluksia. Opinäytetyö käsittelee myös joidenkin osa-alueiden tietopohjaa syvällisemmin tarjotakseen kokonaisvaltaisemman kuvan broadcasting-tuotannoissa käytössä olevista laitteistoista ja järjestelmäkokonaisuuksista.

Intercom-järjestelmät on aihe-alueena hyvin laaja-alainen. Järjestelmissä yhdistyvät analogiset ja digitaaliset signaalit sekä kiinteät ja langattomat laitteistot. Tietokoneohjelmistoilla ohjataan signaalien kulkua laitteiden välillä, ja IP-osoite-pohjaisen verkko infrastruktuurin hyödyntäminen on jo laajasti käytössä. Tieto aiheesta onkin todella hajaantunutta. Tämän vuoksi opinnäytetyön tietopohja perustuu kirjallisten ja digitaalisten lähteiden lisäksi alan ammattilaisten konsultaatioihin. Olen haastatellut Suomen Kansallisooopperan äänikäyttömestari Lari Angervoa digitaalisen äänen reitittämisestä ja oopperatalon intercom-järjestelmistä. Olli Aromaa NEP Finland Oy:stä on avannut intercom-termistöä ja matriisijärjestelmien toimintaa. Apulaisohjaaja Heidi Musakka kertoi broadcasting-tuotantojen työryhmän kokoonpanosta. Yhdistämällä nämä kaikki lähteet luon yleiskuvan siitä, mistä intercom-järjestelmissä broadcasting-tuotannoissa on kyse. Lisäksi tuon aiheen enemmän käytännön tasolle haastateltavien esimerkeillä sekä minun henkilökohtaisilla kokemuksilla Zodiak Finland tuotantoyhtiön Paratiisihotelli-tuotannosta, joka kuvattiin TV-kanava Neloselle kesällä 2015. Olen lisännyt havainnollistavaa kuvamateriaalia muun muassa tuotantoyhtiö Rabbit Films Oy:n Haluatko Miljonääriksi TV-tietovisan kuvauksista.

## 2 Broadcasting-tuotanto

### 2.1 Työryhmä

Intercom-järjestelmiä ymmärtääkseen on hahmotettava, mitä vaatimuksia komentojärjestelmälle asetetaan. On siis tunnettava tuotannon työryhmän jäsenten toimenkuvat ja sijainti kuvausten ollessa käynnissä. Monikameratuotantoja ohjataan tarkkaamosta käsin. Joissakin projekteissa tarkkaamona toimii ulkotuotantoauto (Kuva 1). Tarkkaamoa voidaan kutsua myös ohjaamoksi. Tarkkaamossa on kuvaruuduilla näkyvissä kaikkien tuotannossa käytössä olevien kameroiden kuvat (Kuva 2). Tilassa työskentelee ihmisiä äänen, kuvan, grafiikan, ja muiden tehtävien parissa. Haastattelin aiheesta Heidi Musakkaa, joka on toiminut vuodesta 2012 kuvaussihteerinä TV-viihdeohjelmissa ja konserteissa sekä apulaisohjaajana musiikkiohjelmissa, kuten Voice of Finland ja Tähdet tähdet. Musakka (2016) kertoi broadcasting-tuotantojen työryhmän tehtävistä ja intercom-viestinnästä.

Ohjaaja johtaa monikameratiimiä. Hän on mukana ohjelman ennakkosuunnittelussa, hänen vastuullaan on ohjelman lopullinen kuvallinen ilmaisu sekä työryhmän johtaminen. Ohjaaja ohjeistaa kameramiehiä ottamaan haluamiaan kuvakulmia, ja ohjaajan komennosta kuvamiksaaja leikkaa lähetykseen päätyvän kuvan seuraavaan kuvamikseristä. (Musakka 2016.)

Ohjaajan oikeana kätenä toimii kuvaussihteerä. Kuvaussihteerin työtehtäviin sisältyy työryhmän pitäminen ajan tasalla siitä, mitä tuotannossa tapahtuu seuraavaksi. Työryhmän jäsenille jaetaan ennen kuvauksia myös ajolistat, joissa ohjelman kulku on eritelty. Kuitenkin korviin tuleva informaatio helpottaa reagoimaan helpommin ajoissa. Kuvaussihteerä seuraa myös ajolistoihin merkityjä osioiden kestoja. Jokin ohjelman osio voi venyä tai lyhentyä, joten aikaa on hallittava sen mukaan ohjelman keston puitteissa. Kun on kyse suorasta lähetyksestä, tarkkaamo on yhteydessä TV-kanavan lähetyksikkö LY:hyn, jonka kanssa synkronoidaan mainoskatkoille siirtymiset ja mahdollinen yliajalle meno. Musiikkiohjelmissa esitettävistä kappaleista tehdään usein ennakkoon

tarkat kuvaussuunnitelmat, joiden mukaan työryhmää ohjataan tarkkaamosta käsin ohjaajan ja apulaisohjaajan toimesta. (Musakka 2016.)

Kuvatarkkailijan tehtäviin kuuluu huolehtia kameran kuvien värimäärittelystä, valkotasapainosta, sekä kuvien keskinäisestä samankaltaisuudesta. Äänitarkkailija huolehtii, että lähetykseen tulee oikeat äänet oikeisiin kohtiin oikeilla äänenvoimakkuuksilla. Kuvan ja äänen tallentamisesta vastaava henkilö ajaa lähetyksessä näytettävät insertit ohjelmaan, sekä tekee ohjelman sisäisiä nauhoituksia. Broadcasting-tuotannoissa käytetään pääsääntöisesti EVS-ohjelmistoa tähän tarkoitukseen, joten tuotannoissa tästä henkilöstä käytetään yleisesti EVS-operaattori nimitystä. Kun esimerkiksi laulukilpailun esiintyjä lopettaa, EVS-operaattorin tehtävä on ajaa lyhyt pätkä esityksestä heti sen perään. Urheiluohjelmissa EVS-operaattorin vastuulla on hidastusten sekä uusintojen leikkaaminen ja ohjelmaan ajaminen. Graafikko taas liittää kuvan päälle nimi-tietoja, äänestysnumeroita ja logoja. Studio-ohjaaja toimii linkkinä kuvausstudion ja tarkkamön välillä. Hän ohjeistaa esiintyjä ja yleisöä ohjaajan antamien ohjeiden mukaan. (Musakka 2016.)

Monikameratuotannossa on luonnollisesti mukana myös useita kameroiden operoijia. Kuvaajat ovat kameroineen yleensä siellä missä tapahtuu, mutta nykypäivänä robottikameroiden käyttö on yhä yleisempää. Robottikameroita voidaan hallita ohjaamosta käsin monitorien avulla.

Usein tarkkaamon ulkopuolella olevat kameramiehet eivät puhu juuri ollenkaan mikrofoneihinsa vaan reagoivat ohjaajan kysymyksiin liikuttamalla kameraa ylös ja alas tai sivulta sivulle. Näin tarkkaamon väki näkee monitorista hyväksyvän tai kieltävän vastauksen. Tämä käytäntö vähentää ja sitä kautta selkeyttää intercom-viestintää. (Musakka 2016.)

Usein musiikkituotannoissa on vielä erikseen äänitystiimi, joka toimii omasta tuotantoautostaan käsin. Tarkkaamolla on tarvittaessa yhteys ryhmää johtavaan äänisuunnittelijaan, joka konsultoi tiedot eteenpäin omalle ryhmälleen. Myös valosuunnittelija kuulee tarvittaessa ohjaajaa, mutta hänen oma työryhmänsä vain häntä. (Musakka 2016.)





Kuva 1. NEP Finland Oy:n ulkotuotantoauto (Kuva: Antti Silkelä).



Kuva 2. Ulkotuotantoauton tarkkaamo (Kuva: Antti Silkelä).



Kuva 3. Intercom-paneeli (Kuva: Antti Silkelä).

## 2.2 Intercom-kommunikointi

Suurin osa työryhmästä kuulee ohjaajan äänen jatkuvalla syötöllä. Muiden puheyhteyksien avaamiselle on oma käytäntönsä. Intercom-yhteyden avaamisessa sääntönä on ensin ilmoittaa, ketä tavoitellaan ja sitten ilmoittaa kuka tavoittelee. Keskustelun avaamisessa voi käyttää etunimiä mikäli työryhmä tuntee toisensa, mutta muissa tapauksissa käytetään työtehtävä nimikkeitä. Useimmiten intercom-paneeleissa (kuva 3) on tietty painike jokaiselle työryhmän jäsenelle erikseen. Avattua yhteyttä indikoi myös painikkeen valo. Kuitenkin yhteydenpitoa helpottaa ja nopeuttaa huomattavasti, jos keskustelun avaa esimerkiksi sanomalla ”Antti, Heidi” tai esimerkiksi ”kuvis, kamera kahdeksan”. Näin tiedetään heti, kuka puhuu ja kenelle puhutaan. (Musakka 2016.)

Intercom-paneelien painikkeiden valoindikaattoria kutsutaan termillä ”tally” (Strader 2007a, 6). Jos työryhmän jäsen ottaa jostain syystä kuulokkeet pois päästään hetkeksi, häntä tavoittelevan kanavan valon voi ohjelmoida jäämään vilkkumaan puheyhteyden sulkemisen jälkeen. Näin työpisteelleen palaava henkilö näkee kuka häntä on koittanut tavoitella.

Työpisteillä olevia käyttäjäpaneeleita on olemassa monenlaisia. Jotkin mallit voi ruuvata ”räkkiin”, ja jotkin on tarkoitettu asetettavaksi pöydälle. Paneeleissa olevien painikkeiden määrät vaihtelevat. Järjestelmää suunnitellessa täytyykin tietää, kuinka moneen eri paneeliin täytyy kyetä saamaan yhteys tietyltä työpisteeltä. Nykyaikaisten paneelien painikkeissa on näyttö, jossa lukee, kenen paneeliin yhteys on määritetty. Vanhoissa laitteissa käytössä on teippi ja tussi. Osassa paneeleista painikkeita voi lisätä eri tasoille, jotta puutetta käytössä olevista kanavista ei pääse syntymään. Tällöin painikkeen ruudulla oleva nimi ja käyttötarkoitus vaihtuu ”layeria” muutettaessa. Paneeleissa voi olla kiinni hankenkaulamikrofoni ja sisäinen kaiutin. Kaikkiin paneeleihin on lähtökohtaisesti mahdollisuus kytkeä headset eli kuulokkeet joista lähtee mikrofoni suun eteen (kuva 4).



Kuva 4. Headset (Kuva: Antti Silkelä).

### 2.3 Historia

Eri lokaatioiden välisen kommunikaation mahdollistavalle teknologialle oli tarvetta jo kauan ennen elektronisten intercom-järjestelmien tuloa markkinoille. 1800-luvun lopulla suurissa toimistorakennuksissa tarvittiin yhteydenpitoväylä kaukana toisistaan työskentelevien ihmisten välille, ja keino saada johtoportaalle tiedotukset kaikille työntekijöille kätevästi. Tähän tarkoitukseen käytettiin eri tilojen välillä kulkevia putkia, joihin puhumalla ääni kantautui putken toiseen päähän. Nämä "speaking tubes" nimellä kutsuttavat putket saattoivat kantaa ääntä jopa usean sadan jalan matkan. 1880-luvulla järjestelmä oli kehittynyt pisteeseen jossa yksi puhuja pystyi ottamaan yhteyttä mihin vain kahdestakymmenestäviidestä toimistosta. Joissain paikoissa vaihtoehtoisena teknologiana toimi summerijärjestelmä huoneiden välillä alaisten kutsumiseksi. (Sherman 2015.) Niin kuin monen uuden teknologian tapauksessa se oli alusta alkaen myös armeijan käytössä. Puhetta kantavia putkia käytettiin esimerkiksi laivaston laivoissa ja sukellusveneissä. (The Museum of Retro Technology, 2016.)

Puhelinteknologiaan pohjautuvat intercom-järjestelmät kehitettiin 1890-luvulla. Aluksi yhteydenotot yhdistettiin keskuksessa, mutta pian intercom-verkostot tekivät kommunikoinnin mahdolliseksi ilman operaattoria. Tarjolla oli puhelin mallisia välineitä, tai pöydälle asetettavia kaiuttimia. 1950-luvulla intercom tuli käyttöön asuinrakennusten oville. Intercomin avulla pystyi ottamaan yhteyttä tiettyyn asuntoon, ja asukas pystyi halutessaan avaamaan ulko-oven. (Sherman 2015.)

Laitteiston teknologiset edistysaskeleet ovat broadcasting-tuotannoissa käytössä olevien intercom-järjestelmien historiaa. Saatavilla oleva teknologia on luonnollisesti muokannut myös työryhmän työskentelyä, mutta käyttötarkoitukset ja perustavanlaatuiset tarpeet ovat pysyneet tuotannoissa samoina. Kameramiehet ovat aina tarvinneet TV-tuotannoissa kommunikaatio yhteyden ohjaajaan, joka on voitu järjestää party-line-ketjulla. Party-line-ketjussa joukolla ihmisiä on vyöllään laitteet, jotka linkitetään toisiinsa XLR-johdoilla. Headset on kytketty vyöllä olevaan beltbackiin. Ohjaamosta party-line-ketjuun on reititetty ohjaajan puhetta, ja kaikki sen jäsenet pystyvät keskustelemaan toistensa kanssa.

Party-line-intercomeja alettiin tarvita jo varhain televisiotuotantojen henkilökunnan toiminnan koordinoimiseksi. Alunperin työryhmä jakoi keskenään yhden intercom-kanavan, jolla ohjaaja määräsi tuotannon etenemisestä. Myöhemmin intercom-tekniikan kehittyessä lisättiin enemmän kanavia, jotta työntekijät pystyivät yhä kuuntelemaan ohjaajaa, mutta myös keskustelemaan keskenään muilla kanavilla välttääkseen häiritsemästä ohjaajan työtä. Party-line intercom-järjestelmiä alettiin käyttää myös teollisessa suuren mittaluokan rakennus ja testaus toiminnassa, kuten lentokoneiden valmistuksessa. (Hubler 2007a, 8-9.)

Ensimmäiset broadcasting-tuotantojen intercom-järjestelmät olivat joko kotitekoisia tai puhelin teknologiasta yhteen koottuja järjestelmiä. Kotitekoiset intercomit toimivat tarpeeksi hyvin, mutta tämä laitteisto ei tarjonnut joustavuutta laajentaa järjestelmää tai yhdistää sitä ulkopuolisiin intercom-järjestelmiin. Puhelin teknologian käyttö antoi hieman enemmän joustavuutta, mutta niiden

suorituskyky laski rajusti, kun käyttäjäasemien määrä kasvoi yli kymmeneen. (Hubler 2007a, 9.)

Matriisi-intercom-järjestelmät pohjautuvat ensimmäiseen automatisoituun puhe-linlaitoskeskuksen vaihtokytkentä-järjestelmän konseptiin ja teknologiaan jo vuodelta 1892. 1950-luvulla McCurdy Radio Industries of Canada esitteli 7000 sarjan matriisi-intercom-järjestelmän, joka pohjautui johto per ristikytkentä (crosspoint) -periaatteeseen. Kyseessä oli ensimmäinen kehitetty matriisi-intercom-järjestelmä broadcasting-toimialalle. Kolmen henkilön matriisissa on siis yhteensä 9 ristikytkentäpistettä (crosspoint) signaalin reititykselle. Yhdeksän hengen intercom-järjestelmässä on näin ollen 81 ristikytkentäpistettä, koska ristikytkentöjen määrä kertautui käyttäjämäärän neliöjuurella. (Strader 2007b, 47-48.) Ristikytkentälaitteiston sisällä oli siis ikään kuin verkko, jossa jokainen säie yhdistyy kaikkiin muihin säikeisiin mahdollistaen audion siirron halutulle kanavalle. Ristikytkentöjen määrä oli suorassa suhteessa laitteiston kokoon, virrankulutukseen ja hintaan, joten ristikytkentämatriisien käytännöllisyyden rajat tulivat isoissa järjestelmissä pian vastaan (Strader 2007b, 49).

1970-luvun alussa laitevalmistaja Clear-Com rakensi party-line-järjestelmiä rock'n'roll-konsertteihin, myöhemmin teattereiden käyttöön ja lopulta televisiotuotantoihin. Tämä järjestelmä oli joustava ja laajennettava, mutta yhä raskas, koska se vaati yhden mikrofoniapelin jokaiselle kanavalle erikseen. 1970-luvun puolivälillä RTS Systems suunnitteli järjestelmän televisiotuotantoja varten, jolla saatiin jo useampi kanava kulkemaan yhdessä johdossa. Tämä järjestelmä oli yhä joustavampi ja laajempi mahdollistaen jopa 50 käyttäjäasemaa yhdistettäväksi yhdelle kanavalle. Telex Communications toi vuorostaan markkinoille balanssoidun party-line-järjestelmän, joka oli immuunimpi sähköisille häiriöille. Intercom-järjestelmien markkinoiden laajetessa erottelevuus teatteri- ja televisiotuotantojen välillä hävisi, ja party-line-järjestelmiä alettiin käyttää missä niitä satuttiin tarvitsemaan. Yhdysvalloissa David Clark niminen intercom-järjestelmä on käytössä esimerkiksi paloautoissa ja muiden yleisen turvallisuuden takaavien työryhmien parissa. (Hubler 2007a, 9.)



1970-luvun alussa teknologia alkoi kehittyä yhä tiiviimpään muotoon, mutta suuret järjestelmät vaativat yhä paljon tilaa. 1970-luvun lopulla mikroprosessorien tulon myötä markkinoille saapui ensimmäinen älykäs intercom-järjestelmä McCurdy 9400. Kyseessä oli ensimmäinen järjestelmä joka käytti datavirtaa käyttäjäasemien välillä. Mikroprosessorien kehittyessä markkinoille tuli 9500 malli, jossa 50x50 input/output-portin intercom-matriisi mahtui jo kolmeen räkkiyksikköön. (Strader 2007b, 48.)

Vuonna 1988 Soulin olympialaisia varten NBC:n käyttöön rakennettu 350:n portin McCurdy 9700 intercom-matriisijärjestelmä tarvitsi kymmenen täyttä räkkiä, yli 20 kW sähköä ja painoi yli kaksi tonnia. Vaikka järjestelmä tarjosi lähes kaikki ominaisuudet, jotka löytyvät moderneista järjestelmistä, perinteisen intercom-arkkitehtuurin rajat oli saavutettu koon suhteen. (Strader 2007b, 50.)

1990-luvulle tultaessa eurooppalaiset valmistajat kehittivät intercom-järjestelmille uutta digitaalista arkkitehtuuria. TDM (time division multiplexing) oli otettu käyttöön jo aiemmin puheluiden ohjaamiseen ja muuhun reititykseen, kunnes se tuli myös intercom-järjestelmien reititysten perustaksi. Puhesignaalit syötettiin analogi/digitaali-muuntimen läpi, ja reititysten kontrollointi tehtiin ohjelmistolla. (Strader 2007b, 50-51.)

Suurin ero perinteisessä ja TDM-pohjaisessa matriisissa on se, että TDM-pohjainen matriisi toimii äänimikserin periaatteella. Aiemmin reitti intercom-asemien välillä oli joko auki tai kiinni, ja signaalin vahvuus riippuvainen puhujan äänen voimakkuudesta ja etäisyydestä mikrofoniin. Uudella teknologialla saavutettiin kyky säätää jokaista signaalin voimakkuutta erikseen. (Strader 2007b, 52.)

Ennen TDM-teknologiaa matriisit rajoittuivat enintään muutamaan sataan input/output-porttiin, koska vaadittava fyysinen tila ja hinta olivat kohdanneet rajansa. Nykyisin matriisit ovat lähtökohtaisesti laajempia ja omaavat enemmän portteja. Myös ohjelmaaänen monitoroinnin voi nykyisin tehdä intercom-järjestelmän kautta. (Strader 2007c, 69.)

Aluksi kaikki viestiliikenne televisiotuotannoissa nojasi johtojen kuljettamaan signaaliin. Tuotannoissa alettiin kuitenkin pian haaveilemaan langattomista järjestelmistä, jotka helpottaisivat kuvan ja äänen siirtoa ilman riippuvuutta johdoista. Alunperin langattomana intercomina käytettiin pelkästään radiopuhelimia. Etuna oli että teknologia oli jo olemassa ja se ei ollut kallista. Radiopuhelimet toimivat edelleenkin hyvin joihinkin tarkoituksiin, kuten tuotannon rakennus- ja purkuvaiheessa kommunikointiin. Suoran televisiolähettyksen teossa radiopuhelimella oli liikaa rajoituksia. Vaikka radiopuhelin-kommunikaatio toimii kahteen suuntaan, vain yksi voi kerrallaan olla äänessä samalla kuin muut kuuntelevat. Suoraa lähetystä tehdessä jokainen sekunti on tärkeä, joten kommunikaation täytyy olla avoinna kumpaakin suuntaan kaiken aikaa. Televisiotuotannoissa olikin selvää, että esimerkiksi ohjaajan ja kameramiehen kommunikaatio tarvittavista kuvakulmista täytyy tapahtua välittömästi. Yksi keino tilanteen parantamiseksi oli tuotannon henkilökunnan käyttöön annetut kaksi radiota, joiden kummankin signaalit syötettiin samoihin kuulokkeisiin sovitinlaitteen (interface box) kautta. Tämä ei kuitenkaan tarjonnut vielä tarvittavaa käytännöllisyyttä ja luotettavuutta päivittäisiin toimintoihin. (Turkington 2007a, 85-86.) Seuraavan sukupolven langaton intercom-laitteisto tarjosi käyttäjille lähettimen ja vastaanottimen erikseen. Lähettimen ja vastaanottimen yhdistäminen vaati vielä teknologian kehitystä, mutta uusi järjestelmä tarjosi jo luotettavan ja toimivan ratkaisun langattomaan kommunikointiin. (Turkington 2007a, 86-87.)

### **3 Intercom-järjestelmät**

#### **3.1 Moodit**

##### **3.1.1 Yleiskatsaus**

Intercom-järjestelmissä laitteiden väliset yhteydet jaetaan toimintansa ja ominaisuuksiensa puolesta erilaisiin moodeihin (modes) (Hubler 2007b, 34). Moodi kertoo, minkälaisia säännön alaisuuksia ja rajoituksia laitteiden välille kytket-

tävällä yhteydellä on. Yhdessä intercom-verkostossa voi olla useita eri moodeja hyödyntävää laitteistoa.

Broadcasting-tuotannon intercom-järjestelmä koostuu useista erilaisista laitteistoista. Järjestelmän osat voidaan jakaa neljään ryhmään: party-line-järjestelmiin, matriisijärjestelmiin, langattomiin järjestelmiin ja lisätarvikkeisiin. (Strader 2007a, 1-3.)

Party-line-järjestelmässä joukko ihmisiä muodostaa ryhmän, jonka kaikki jäsenet kuulevat toisensa koko ajan ja voivat osallistua keskusteluun halutesaan. Matriisijärjestelmissä voidaan yksinkertaistettuna luoda privaatti puheyhteys paikasta A paikkaan B. Matriisijärjestelmissä on kuitenkin suuri määrä toimintoja, joiden avulla voidaan määrittää signaalin käyttäytymistä. Langattomat järjestelmät mahdollistavat puheyhteyden luomisen henkilökuntaan joka ei ole kiinteiden intercom-paneelien ulottuvilla. Lisätarvikkeet taas viittaa laajaan joukkoon laitteita, joiden avulla nämä kolme järjestelmää saadaan yhdistettyä toisiinsa, ja äänisignaalin pystyy ottamaan vastaan sekä reitittämään järjestelmässä halutulla tavalla. (Strader 2007a, 1-3.)

### **3.1.2 Half duplex ja Full duplex**

Half duplex ja full duplex moodit kertovat, voiko laitteiden välillä kommunikoida vain yhteen suuntaan kerrallaan vai salliiko järjestelmä myös yhtäaikaisen kaksisuuntaisen viestinnän.

Half duplex -järjestelmässä keskusteluja voidaan avata vain yhteen suuntaan kerrallaan. Kun yksi puhuu, niin muut kuuntelee. (Turkington 2007a, 86.) Full duplex -järjestelmä mahdollistaa samanaikaisen kaksisuuntaisen keskustelun kahden tai useamman ihmisen välillä. Yhteys kanavien välillä ei siis ole varattu toisen puhuessa. Nykyaikaiset party-line ja matriisijärjestelmät ovat full duplex. (Hubler 2007a, 7-8.) Nykyisin digitaaliset langattomat järjestelmät mahdollistavat monikanavaisen full duplex -kommunikaation kannettavista lähettimen ja vastaanottimen yhdistävistä tranceiver-beltbackeista.



Suoria TV-lähetyksiä tehdessä nopeaa kommunikaatiota vaativille yhteyksille prorisoidaan full duplex -laitteistoa, mutta myös half duplex -laitteistoa on yleisesti työryhmän käytössä (Aromaa 2016). Konserttien taltioinneissa ja videoprojisointi-tuotannoissa tilaajalle voi olla vaikeaa perustella kalliin komentojärjestelmän tarvetta. Intercom-järjestelmää pidetään helposti kuvauksen ja ohjauksen kyljessä tulevana itsestäänselvyytenä. Siksi tuotannolla ei välttämättä ole resursseja vuokrata joustavaa ja monipuolista komentojärjestelmää. Näissä tapauksissa voidaan käyttää vanhoja ja halpoja half duplex -järjestelmiä tai antaa henkilökunnalle vain radiopuhelimet käyttöön. (Angervo 2016.)

### **3.1.3 Two-Wire ja Party-Line**

Two-wire ja four-wire-moodit kertovat puhe- ja kuuntelusignaalin signaalipolusta järjestelmässä. Two-wire viittaa laitteiden väliseen protokollaan, jossa signaalin polku on sama puheelle ja kuuntelulle (Hubler 2007a, 7). Hyvänä esimerkkinä laitteiden välisestä two-wire -liitännästä toimii useamman ihmisen muodostama party-line-ketju. Party-line-ketjussa työryhmän jäsenen headset on yhdistetty hänen vyöllään olevaan beltbackiin. Ketjun ensimmäinen beltback on kiinni virtalähteessä XLR-johdolla, jonka kautta äänisignaali reititetään ohjaamosta party-line-ketjun käyttöön. Ensimmäisestä beltbackista äänisignaali ja sähkövirta siirtyvät seuraavaan beltbackiin toista XLR-johtoa pitkin. (Strader 2007a, 1.) Analoginen two-wire-beltback ja virtalähde voivat vastaanottaa yhtä tai useampaa kanavaa, laitteiston ominaisuuksien mukaan.

Vaikka party-line-järjestelmä on full duplex ja kaikki voisivat käytännössä puhua ja kuunnella toisiaan yhtäaikaan, se on harvoin järkevää. Varsinkin ympäristössä jossa on paljon melua, lähtökohtaisesti ainoastaan ohjaajan mikrofoni on päällä jatkuvasti ja muut avaavat sen tarvittaessa. Useimmat järjestelmät tarjoavat "mic kill" -ominaisuuden, jolla party-line-ketjun kaikki mikrofonit saa suljettua. Tämä on hyödyllistä esimerkiksi tilanteissa joissa yksi ketjun työpisteistä on jäänyt miehittämättömäksi, mutta sen mikrofoni on edelleen päällä. (Hubler 2007a, 13.)

Party-line-ketjussa kaikki kanavalla olevat kuulevat toisensa, joten party-line ei tarjoa privaattia puheyhteyttä, ellei jotain kanavista erikseen määritellä yhden henkilön käyttöön.

### **3.1.4 Four-Wire**

Four-wire-kytkentä mahdollistaa myös kahden välisten privaattien keskustelujen luomisen, koska puheelle ja kuuntelulle on omat signaalipolkunsa (Richardson 2007, 127). Käytännössä four-wire-laitteisto tarkoittaa esimerkiksi matriisiin yhdistettyjä intercom-käyttäjäpaneelleita. On hyvä huomata että myös four-wire tukee tarvittaessa party-line-konseptia (Hubler 2007a, 7).

Intercom-matriisit tarjoavat four-wire analogiporteja esimerkiksi langattomien järjestelmien, kaiuttimien, ja mikrofoniin kytkemiseksi. Riedel Artist -matriisijärjestelmä tarjoaa four-wire analogiportit RJ-45-liittimillä. RJ-45-liitin on yleisesti kiinni CAT5-johdossa, jonka kahdeksan johdinta mahdollistaa puhe- ja kuuntelusignaalien kulkemisen omia polkujaan four-wire periaatteen mukaisesti. CAT5-kaapelille RJ-45-liittimellä on olemassa erilaisia adaptoreita sen muuttamiseksi muihin johtotyyppisiin. Kuitenkin johdot täytyy usein tehdä itse haluttuihin käyttötarkoituksiin. RJ-45-liittimen voi esimerkiksi kolvata suoraan XLR-johtoon, jossa on uros liitin kaiuttimen kytkentää varten. (Aromaa 2016.)

Artist-järjestelmässä matriisin analogiliittimet saa myös vaihtoehtoisesti D-25-liittimellä. Tämä johto jakaantuu kahdeksaksi uros XLR-johdoksi ja kahdeksaksi naaras XLR-johdoksi. (Angervo 2016.)

## **3.2 Intercom-matriisi**

### **3.2.1 Yleiskatsaus**

Intercom-matriisi on audioreititin, joka luo kommunikaatiopolkuja käyttäjältä käyttäjälle (Strader 2007c, 62). Kaikki intercom-järjestelmän käyttäjäpaneelit, langattomien signaalien tukiasemat ja muut laitteistot yhdistetään matriisiin sig-

naalin reititystä varten. Matriisiin reititetään usein myös ohjelma-ääni tuotannossa käytössä olevista äänimiksereistä.

Nykyaikaiset matriisijärjestelmät ovat digitaalisesti ohjautuvia. Matriisijärjestelmä konvertoi käyttäjän mikrofoniin saatavan analogisen signaalin digitaalseksi A/D-muuntimella, käyttäen DTM- (Time Division Multiplexing) koodausta. Käyttäjäpaneelien ja niiden välillä kulkevia signaaleja ohjataan tietokoneohjelmistolla. (Strader 2007b, 51.)

Matriisin porttien lukumäärä määrittää, kuinka paljon yhteyksiä voidaan luoda matriisin ja muiden laitteiden välille. Tyypillisesti matriisin sisääntuloportti tuo puhesignaalin käyttäjäpaneelistä matriisiin, ja ulostuloportti kuljettaa kuunneltavan signaalin samaan paneeliin. Ulostuloportti kuljettaa myös datasiignaalia paneelin hallintaa ja statuksen lukemista varten. (Strader 2007c, 62.) Nykyaikaisissa järjestelmissä yhtä porttia voi käyttää sekä sisäänmeno- että ulostulosignaalin hallintaan. Esimerkiksi Riedel Artist -järjestelmässä sisäänmeno ja ulostuloportit käyttäjäpaneeliin on yhdistetty yhteen CAT5-johtoon RJ-45-liittimillä tai koaksiaalikaapeliin BNC-liittimillä (Riedel 2016a). Analogisille ja digitaalisille signaaleille on omat porttinsa. Digitaalisessa signaalin siirrossa on olemassa erityyppisiä protokollia, jotka täytyy ottaa huomioon yhdistettäessä eri laitteiden tarjoamia signaaleja järjestelmään. (Aromaa 2016).

Kun matriisijärjestelmä kytketään ensimmäistä kertaa, täytyy aluksi määrittää kuka voi puhua kenelle, ketkä eivät voi kommunikoida keskenään, ja mitä paneelien painikkeista tapahtuu. Kanavat myös nimetään käyttäjien mukaan. (Strader 2007c, 63.) Digitaalisen matriisijärjestelmän yksi suurimmista eduista on mahdollisuus konfiguroida jo kytkettyä järjestelmää yhä uudestaan ohjelmistolla. Näin ollen sama järjestelmä voidaan määrittää toimimaan eri tavalla eri tuotannoissa. (Strader 2007b, 53.)

Suuressa broadcasting-tuotannossa matriisin kautta kulkee paljon muutakin kuin käyttäjäpaneelien signaalit. Intercom-järjestelmään saa esimerkiksi integroitua puhelimen ja TV-kameroiden sisäänrakennetut intercomit. Intercom-

matriisin avulla voidaan myös ohjata suurta joukkoa erilaisia laitteita, ja yhdistää matriisit maapallon toiselta puolelta toiselle.

Vaikka matriisijärjestelmä tarjoaa liitântäpinnan monenlaiselle laitteistolle ja sisältää suuren määrän toimintoja, se ei välttämättä ole aina paras ratkaisu intercom-verkoston luomiseksi. Tuotannon koosta ja tarpeista riippuen helpompi ratkaisu voi olla langattomien laitteistojen ja party-line-ketjujen käyttäminen. Matriisijärjestelmä vaatii tietokoneen ja henkilökuntaa, joka osaa käyttää vaadittavia ohjelmistoja. Sen lisäksi matriisijärjestelmät ovat kalliita ja vievät porttimäärästä ja paneelityypeistä riippuen aina jonkin verran räkkitilaa. Jos tuotannon komentojärjestelmä täytyy kyetä kokoamaan nopeasti ja työryhmä on pieni, matriisijärjestelmä voi olla liian epäkäytännöllinen kytkeä. (Strader 2007b, 57-58.)

### **3.2.2 Hybrid ja ISDN**

Broadcasting-tuotannoissa voi tulla tarve ottaa yhteyttä studion ulkopuolelle muun muassa puhelinhaastatteluita varten. Hybrid ja ISDN-interface ovat käytössä etenkin TV-studioiden ottaessa yhteyttä reporttereihin. Vastaanotettu signaali voidaan jakaa ohjelma-äänestä vastaavaan äänimikseriin ja intercom-järjestelmään, joka mahdollistaa reporterin kommunikaation työryhmän kanssa lähetyksen ulkopuolella.

Puhelimen yhdistäminen järjestelmään tapahtuu GSM-hybridin avulla. Laitteeseen laitetaan SIM-kortti ja sen antenni vastaanottaa ja lähettää puheluita 2G tai 3G verkossa. Hybridissä on usein XLR-sisäänmeno puhesignaalia varten ja analoginen sekä digitaalinen ulostulo signaalin siirtämiseen eteenpäin. Liittimet kuitenkin vaihtelevat valmistajien välillä. (Aromaa 2016.)

ISDN (Integrated Services Digital Network) on kansainvälinen kommunikaatio-standardi digitaalisen äänen ja datan siirtämiseen puhelinverkkoa pitkin. (Beal 2016.) ISDN-interface mahdollistaa kahteen puhelinnumeroon soittamisen kerralla. ISDN-puhelun signaali on parempi laatuinen kuin hybrid-puhelun, jonka vuoksi sitä suositetaan broadcasting-tuotannoissa. (Aromaa 2016.)

### 3.2.3 GPI

GPI eli General Purpose Interface mahdollistaa intercom-järjestelmän ulkopuolisten laitteiden ohjaamisen matriisista käsin (Strader 2007b, 46). Toiselta nimeltään GPI/O eli General Purpose Input/Output tarjoaa nimensä mukaisesti sisäänmenoja ja ulostuloja sähkövirralle, jolla saadaan aikaan niille määriteltäviä toimintoja. GPI-portista määritellään, onko virta päällä vai pois päältä. GPI:n ulostulolla voidaan siis vaikkapa vastata tai soittaa GSM-hybridillä käyttäjäpaneeliin määritellyillä painikkeilla. (Strader 2007b, 54.) Toiminto mahdollistaa laajan kirjon mahdollisuuksia laitteiden ohjaamiseen.

GPI-ominaisuutta varten on olemassa omat porttinsa matriiseissa, mutta ainakin laitevalmistaja Riedel tarjoaa GPI-liitännän myös suoraan joistain käyttäjäpaneelimalleistaan DE-9-liitännällä. Tuotannoissa käyttäjäpaneelilla on hallittu esimerkiksi Digicart 360 mediasoittimen play- ja stop-nappeja tuotannon musiikintoistoon. Myös monitorin kuvaa on mahdollista vaihtaa suoraan intercom-paneelistä käsin intercom-matriisiin ollessa yhteydessä kuvamatriisiin. (Aromaa 2016.)

### 3.2.4 Trunking

Rion olympialaisten aikaan Yle:n lähetyksissä oltiin välillä Brasiliassa ja välillä Suomessa studiossa. Tämänkaltaisessa tuotannossa on tarve kyetä pitämään yhteyttä kummankin lokaation työryhmän välillä. Yhteys luotiin Atlantin ali kulkevaa valokuitua pitkin hyödyntämällä muun muassa ”trunking”-menetelmää. (Aromaa 2016.)

Trunking-menetelmällä voidaan yhdistää kaksi tai useampi intercom-järjestelmä toisiinsa jakamalla niiden välillä yksi tai useampi portti audiolinkiksi. Tarve järjestelmien yhdistämiselle voi tulla mikäli kuvauslokaatiot ovat erillään toisistaan, mutta ohjaajan on silti kyettävä kommunikoimaan koko työryhmän kanssa. Trunking-menetelmät vaihtelevat laitevalmistajien kesken ja tarpeiden mukaan, mutta yleisesti ottaen trunking-porttien määrittely tapahtuu matriisien välillä toimivalla tietokoneohjelmistolla. (Strader 2007c, 73.) Trunking mahdollistaa jär-

jestelmien yhdistämisen vaikka maailman toiselta puolelta toiselle, mutta sillä on omat rajoituksensa. Järjestelmien välille tulevien trunking-porttien määrä mahdollistaa vain tietyn määrän yhtäaikaista puheyhteyksiä. Mikäli kaikki portit on jo käytössä, puheyhteyden avaaminen ei onnistu ennen kuin portti vapautuu. (Strader 2007c, 75.)

### 3.2.5 TV-kameroiden intercomit

Kameraoperoijat viestivät perinteisesti kahdella eri intercom-kanavalla. Laitteistosta riippuen he voivat käyttää two-wire-ketjua, langatonta lähetin/vastaanotinta tai kameroihin sisäänrakennettua intercomia (kuva 5). Prod-kanavalla he kuulevat ohjaajan ja kuvaussihteerin neuvot kuvakokoon ja lähetys valmiuteen liittyen. Eng-kanavalla taas kuvatarkkailija voi ottaa yhteyttä kameramieheen koskien kameran asetuksia ja kuvan tarkkuutta häiritsemättä ohjaajaa. PGM-kanava sisältää ohjelma-äänen. (Aromaa 2016.)



Kuva 5. TV-kameran intercom-kanavat (Kuva: Antti Silkelä).

Helsingin oopperatalolla kameroille menee yksi analogi four-wire -linja signaalin jakajaan eli splitteriin, joka jakaa signaalin kameroiden CCU:hin (Camera Control Unit). Takaisin tuleva signaali summataan samaan four-wire-kanavaan. (Angervo 2016).

### 3.3 Digitaalinen audion reititys

Äänen reitittäminen digitaalisesti tarjoaa monia etuja verrattuna analogisen äänen reitittämiseen. Digitaalisesti pakattua ääntä voi siirtää monia kanavia yhdessä tai kahdessa johdossa laitteiden välillä vaivattomasti, ja kanavien signaalipolut määritellään ohjelmiston avulla. Digitaalisen signaalin reitittämiselle on olemassa joukko erilaisia protokollia. Protokolla on joukko sääntöjä, jolla kyseessä olevat laitteet hallitsevat signaalin siirtoa. Protokolla on siis ikään kuin kieli, jota kummankin osapuolen täytyy ymmärtää, jotta kommunikaatio on mahdollista.

Digitaalinen signaalin reititys on yleistynyt viimeisen viiden vuoden sisällä huomattavasti. Esimerkiksi Dante ja VoIP -protokollien käyttö laitteiden välisessä signaalin siirrossa on muuttunut standardiksi useissa yhteyksissä. Ne ovat helposti integroitavissa rakennusten sisäisiin verkkoihin, mikäli talon verkkoinfrastruktuuri on ajantasalla. Nykyisin komentojärjestelmää suunniteltaessa lähes kaikki signaalin reititys tapahtuu digitaalisesti MADl:a, VoIPia ja Dantea käyttäen joko CAT5- tai koaksiaalikaapeliverkossa. (Angervo 2016.)

Protokollat mahdollistavat ominaisuuksiensa mukaisesti eri kanavamäärien siirron tietyillä näytteenottotaajuuksilla. ADAT kykenee siirtämään kahdeksaa kanavaa, S/PDIF kahta kanavaa joko optisesti (Toslink) tai koaksiaalikaapelilla RCA liittimin, ja AES/EBU (AES3) kahta kanavaa XLR-liittimin. (Robjohns 2007.) Nämä protokollat ovat edelleen käytössä joidenkin laitteistojen välillä, mutta yleisesti ottaen broadcasting-tuotannoissa käytetään protokollia, jotka mahdollistavat suuremman kanavamäärän siirron kerralla pienemmällä latenssilla.

MADI on yksi käytetyimmistä digitaalisen audion siirtoon tarkoitetuista protokollista. Se mahdollistaa kerralla jopa 64 kanavan siirron 48 kHz:n näytteenottotaajuudella. MADI-yhteyksiä voi luoda käyttäen optista kuitua, koaksiaalikaapelia tai CAT5-kaapelia laitteistojen mukaan. (Robjohns 2007.) MADI:n etu on myös mahdollisuus siirtää signaalia pitkiä matkoja. Koaksiaalikaapelilla välimatka laitteiden välillä voi olla enintään 100 metriä, mutta optista kuitua käytettäessä signaalia voi siirtää suoraan laitteiden välillä aina kahteen kilometriin saakka. (RME 2016.) MADI:a käytetään signaalin siirtoon esimerkiksi äänimiksereistä erilaisiin digitaalisiin tallentimiin ja matriiseihin. Signaalia voi reitittää eri tilojen välillä, suoraan vahvistimiin tai käyttää intercom-paneelien kytkemisessä.

Dante on Audinate laitevalmistajan protokolla, joka on saanut vahvan jalansijan broadcasting-tuotannoissa. Dante mahdollistaa lähes latenssittoman signaalin siirron, ja käyttää paikallista CAT5, CAT6 tai kuituoptiikka Ethernet-verkkoa hyödykseen. Kaikki suuret laitevalmistajat kuten Yamaha ja Focusrite tarjoavat Dante yhteensopivia laitteistoja. Dante Controller toimii digitaalisena matriisina signaalin reititykselle. Ohjelma tunnistaa automaattisesti kaikki Ethernet-verkossa olevat Dantea tukevat laitteet, joten Dante verkoston kytkeminen on tehty mahdollisimman yksinkertaiseksi. (Audinate 2013.)

Intercom-järjestelmien ja yleisesti ottaen äänen reitityksen suurin trendi on tällä hetkellä signaalien muuttaminen IP-pohjaiseksi. Protokollien, kuten SIP, VoIP ja AoIP käyttö, onkin jo tätä päivää, mutta tulee yleistymään yhä enemmän ajan kuluessa intercom-laitteistossa. Tämä on tuonut broadcasting-äänitekniikan pariin paljon sanastoa informaatioteknologian puolelta. Laadukkaat intercom-järjestelmät tukevat jo IP-pohjaista signaalin reititystä, mutta IP-teknologian toiminnan ja termistön syvällisempi ymmärtäminen vaatii esimerkiksi OSI-standardiin tutustumista. OSI-standardi kuvaa kuinka data matkaa eri tasojen (layer) läpi matkallaan digitaalisesti paikasta A paikkaan B. Tähän tarkempi syventyminen ei ole opinnäytetyössäni aiheellista, vaan pyrin selittämään manitsemani protokollat yleisluontoisemmin.



VoIP (Voice over Internet Protocol) tarjoaa tehokkaan kommunikointijärjestelmän joka konvertoi puheen datasiinaaliksi ja integroi sen WAN (Wide Area Network) tai LAN (Local Area Network) verkkoon (HowToAV.tv 2015). VoIP mahdollistaa siis puheyhteyden luomisen joko paikallisessa verkossa tai Internetin välityksellä langattomilla laitteilla, tai suoraan verkkoon kytketyillä laitteilla. Kuvassa 6 on esimerkkinä monikanavainen intercom-paneeli älypuhelimessa olevassa sovelluksessa. (Riedel 2016b). SIP (Session Initiate Protocol) on protokolla, jota käytetään IP-verkossa kommunikaatioyhteyksien muodostamiseen, määrittämiseen ja päättämiseen (VoIP Mechanic 2016a). VoIP on siis puhelut mahdollistava teknologia, ja SIP laitteiden välisestä signaalista huolehtiva verkon sisäinen protokolla (VoIP Mechanic 2016b).



Kuva 6. Riedel VCP-1312 intercom-älypuhelinsovellus (Kuva: Riedel 2016).

VoIP-protokollan ja Audio over IP-protokollan ero on niiden tarjoaman kaistan leveydessä. VoIP on luotu kuljettamaan puhesignaalin dataa melko kapealla kaistalla. AoIP taas sallii broadcast tasoisen äänen reitittämisen Ethernet-verkon yli. (HowToAV.tv 2015.)

Protokollat eivät kuitenkaan lopu tähän. Esimerkiksi uusi IP-pohjainen AES67-protokolla on ollut markkinoilla jo muutaman vuoden ja on yhteensopiva Dante protokollan kanssa. Se on jo alkanut syrjäyttää AVB (Audio Video Bridging) protokollaa, joka ei ole saanut ainakaan vielä tukevaa asemaa broadcasting-maailman laitteistoissa. (Williams 2015.) Myös Ravenna protokolla on IP-pohjainen (Ravenna 2016).

## **4 Langattomat järjestelmät**

### **4.1 Yleiskatsaus**

Osa broadcasting-tuotannon henkilökunnasta voi työskennellä kiinteiden intercom-paneelien ulottumattomissa. Osa kameramiehistä voi joutua olemaan liikkeessä jatkuvasti, ohjelman juontaja on riippuvainen korvanappiinsa tulevasta informaatiosta, ja kulisseissa häärää joukko ihmisiä radiopuhelimet kourassa. Tämän vuoksi langattomat laitteistot ovat laajasti käytössä intercom-järjestelmissä broadcasting-tuotannoissa.

Langattoman lähettimen tehtävä on ottaa vastaan lähdesignaali, moduloida se RF-kantoaalloksi (Radio Frequency Carrier) ja siirtää se lähetinantenniin, joka lähettää sen sähkömagneettiseen spektriin. Vastaanottimen tehtävä on ottaa lähetetty signaali vastaan antennilla ja määrittää se vastaamaan täysin lähetettyä signaalia. (Turkington 2007b, 102-103.) Tuotannoissa voi olla käytössä transceiver beltbackejä, joissa on lähetin ja vastaanotin samassa laitteessa.

Langaton viestintä voi olla joko analogista tai digitaalista. Digitaalinen signaali mahdollistaa paremman äänenlaadun ja on vastustuskykyisempi häiriöille. Kuitenkin langattomat digitaaliset järjestelmät ovat vielä kalliita, ja tuotannoissa on jo entuudestaan käytössä paljon analogista laitteistoa. Kuitenkin käsillä olevan siirtymävaiheen vuoksi esimerkiksi Motorolan uudemmat radiopuhelin tukiasemat tukevat analogista sekä digitaalista liikennettä.

## 4.2 Viestintävirasto

Radiolaite on radiotaajuuksia käyttävä langaton laite (Viestintävirasto 2016a). Radiolähettimien käyttö ja hallussapito on aina luvan varaista, ellei laitetta ole erikseen vapautettu luvasta. Suomessa radiotaajuuksien käyttöä hallinnoi Viestintävirasto. (Viestintävirasto 2016b.)

Langaton mikrofoni eli radiomikrofoni on laite, jolla voidaan siirtää puhetta tai musiikkia langattomasti. Esimerkiksi vaatteisiin kiinnitettävät tai kädessä pidettävät langattomat mikrofonit ja korvamonitorit ovat radiomikrofoneja. Mikrofoni on luvasta vapaa, jos se toimii luvasta vapautetuilla taajuuksilla. Näiden laitteiden käyttöön on osoitettu seuraavat taajuusalueet:

174–230 MHz (TV-VHF)	Käyttö luvasta vapaata
470–694 MHz (TV-UHF)	Käyttö luvasta vapaata
823–832 MHz (UHF)	Käyttö luvasta vapaata
863–865 MHz (UHF)	Käyttö luvasta vapaata
1785–1804,8 MHz (UHF)	Käyttö luvasta vapaata

(Viestintävirasto 2015c.)

Taajuusalueilla 174-230 MHz ja 470-694 MHz mikrofoni käyttöön soveltuva taajuus riippuu paikkakunnasta. Kyseiset taajuusalueet ovat tarkoitettu ensisijaisesti televisiolähetystyksiä varten, ja toissijaisesti mikrofonien käyttöön. Sopivan mikrofoniaajuuden etsintää helpottaa Viestintäviraston hakupalvelu, joka näyttää valitsemassasi sijainnissa televisiotoiminnalta vapaana olevat taajuudet. Radiomikrofonit vapautettiin Viestintäviraston kautta haettavista radioluvista 1.1.2017 yllä mainituilla taajuusalueilla. Kuitenkin eri tapahtumissa ja tuotannoissa käytettävien kameroiden radiolähettimet sekä videolinkit ovat vielä luvanvaraisia. (Viestintävirasto 2015c.)

### 4.3 RF-signaali ja sen käyttäytyminen

Yleisestä luulosta huolimatta RF-signaalin oma taajuus ei määritä, onko se radiotaajuus vai ei. Määrittävä tekijä on väliaine, jossa signaali liikkuu. Kaikki energia mikä matkaa aaltomuotona tarvitsee välittäjäaineen missä se kulkee paikasta toiseen. Äänen tapauksessa välittäjäaine voi olla ilma, tai vaikkapa vesi, tai jokin muu fyysinen massa. Riippumatta taajuudesta RF-signaali liikkuu aina sähkömagneettisen spektrin lävitse. Näin ollen RF-signaalit eivät vaadi fyysistä massaa kuten ääni, vaan signaali voi liikkua myös avaruuden tyhjiössä, koska sähkömagneettinen spektri on läsnä kaikkialla. (Turkington 2007b, 95.)

Aallot omaavat sähkömagneettisessa kentässä kaksi eri komponenttia: sähkö- ja magnetismin. Sähkökenttä (E) ja magneettikenttä (H) ovat suorassa kulmassa toisiinsa nähden ja liikkuvat etenemissuuntaan. Näiden kenttien välinen suhde vaihtelee suuresti taajuudesta riippuen. Magnetismi on yleisesti ottaen paljon voimakkaampi matalilla taajuuksilla. Kun taajuus nousee, sähkökentän osuus kasvaa ja magnetismi pienenee. (Turkington 2007b, 96.)

On tärkeää tuntea RF-signaalin käyttäytymisen periaatteita työskennellessään langattomien laitteistojen parissa. Muun muassa antennien ominaisuudet, sijoitus, ja asento vaikuttavat signaalin kulkuun. RF-signaalin polarisaation vuoksi lähettimen ja vastaanottimien antennien tulisi olla suunnattu samansuuntaisesti, ja intermodulaatiota käytettyjen taajuuksien välillä pystyy välttämään siihen tarkoitetuilla laskureilla.

### 4.4 Polarisaatio ja Multipath

Polarisaatio tarkoittaa RF-signaalin kahden komponentin, sähkö- ja magnetismin, orientoitumista toisiinsa nähden. Jos sähkökomponentti E on pystysuorassa maapalloon nähden, silloin aallon sanotaan olevan vertikaalisesti polarisoitunut. Jos E on samansuuntainen maapallon tason kanssa, silloin aalto on horisontaalisesti polarisoitunut. Tämän vuoksi lähettimen ja vastaanottimen antennien tulisi olla samansuuntaiset, jotta antennit tunnistavat signaalit paremmin. Polarisaatio on kuitenkin eri asia kuin aallon vaihe. Vaihe viittaa kahden tai

useamman aallon suhteeseen. Jos aallot ovat samassa vaiheessa ja ne yhdistetään, signaali voimistuu. Jos aallot ovat vastakkaisissa vaiheissa, ne kumoavat toisensa. (Turkington 2007b, 98-99.)

RF-signaali lähtee lähettimestä tietyssä vaiheessa ja tietyllä amplitudilla. Kuitenkin sama signaali voi heijastua jostakin pinnasta ja saavuttaa vastaanottimen myöhemmin eri vaiheessa kuin suoraan vastaanottimeen matkannut signaali. Näin signaali voi kumota itsensä ja aiheuttaa pudotuksen tasossa tai kuulua häiriöäänenä. Tämä ilmiö on nimeltään multipath. (Turkington 2007b, 100.)

#### **4.5 Intermodulaatio**

Intermodulaatio (IM) on yksi keskeisimmistä häiriötekijöistä RF-liikenteessä. Intermodulaatio syntyy, kun kaksi tai useampi lähetin lähettää yhtäaikaan taajuuksia, joilla on tietty laskennallinen suhde vastaanottimeen. Monessa intermodulaatiotapauksessa vastaanotin voi vastaanottaa ja demoduloida intermodulaation tuotteen niin kuin häiritsevä taajuus olisi vastaanottimessa käytössä. Intermodulaation aiheuttavat taajuus yhdistelmät ovat laskettavissa, joten ilmiötä pystyy välttämään. Nämä häiriöt eivät muodostu ilmassa vaan vastaanottimen mikropiireissä. (Turkington 2007b, 101.)

Intermodulaation välttämiseksi kaikkien tarkkaamossa ja studiossa käytettävien lähettimien taajuuksien suhteet on hyvä laskea siihen suunnitellulla ohjelmistolla. Tämä ei kuitenkaan takaa häiriötöntä signaalia kaikille valituille taajuuksille, sillä erilaiset laitteet kuten tietokoneet ja rakennuksen sähköjohdot voivat häiritä signaaleita. Siksi taajuuksien yhteensovittamiseen kannattaa varata aikaa ennen työryhmän saapumista paikalle.

#### **4.6 Antenni**

Antenni toimii muuntajana, joka muuttaa RF-energian muotoa. Kaikilla antenneilla on suuntakuvio, jonka mukaan se lähettää tai ottaa vastaan RF-energiaa. Teoreettista antennia, joka säteilee joka suuntaan samalla teholla, kutsutaan isotrooppiseksi säteilijäksi (isotropic radiator). Tällaisen ”täydellisen antennin”

vahvistus (gain) sanotaan olevan nolla. Kuitenkin käytännössä jo antennin kytkentä sitä käyttävään laitteeseen aiheuttaa suuntakuviossa muutoksia ja energia säteilee voimakkaammin tiettyihin suuntiin. Antenni on passiivinen, joten se ei itse vahvasta lähetettävää signaalia. Kuitenkin se keskittää RF-energiaa tiettyyn suuntaan tai suuntiin ominaisuuksiensa mukaisesti. Vertauskuvana voi käyttää vesi-ilmapalloa. Jos puristat täysin pyöreää palloa keskeltä, sen koko ei muutu, mutta sen muoto suuntautuu sivuille päin. (Turkington 2007b, 105.)

Todellisista antenneista perustavanlaatuisin on dipoli. Dipolilla on 2.15 dBi:n vahvistus signaaliin niihin suuntiin johon energia on keskittynyt, kun sitä vertaa isotrooppiseen säteilijään. Antennin vahvistusta merkitään termeillä dBi tai dBd riippuen siitä käytetäänkö vertailukohtana isotrooppista säteilijää vai dipoliantennia. (Turkington 2007b, 106.)

Antenneja on kahta perusryhmää: pallokuvioisia ja suuntaavia antenneja. Isotrooppiset ja dipoliantennit ovat esimerkkejä pallokuvioisista antenneista (omni directional). Yleensä pallokuvioisissa antenneissa vahvistus on alle 5 dBd. Näitä antenneja käytetään keskeisillä paikoilla operatiivisella alueella. Suuntaavia antenneja on hyödyllistä käyttää katettavan alueen reunoilla. Niiden etu on RF-energian keskittäminen tiettyyn suuntaan, mutta myös RF-energian vaimentuminen suunnilta joista sitä ei haluta. Näiden antennien vahvistus arvo voi olla luokkaa 10-20 dBd. Laitteistoa valitessa on myös hyvä ottaa huomioon antennin RF-taajuuskaista. Toiset valmistajat tarjoavat antenneja hyvin laajalla taajuuskaistalla, mutta vaikeissa olosuhteissa antenni pienemmällä taajuuskaistalla voi laskea vallitsevia häiriötekijöitä. (Turkington 2007b, 106-108.)

Antennin sijoittamisessa on muutamia perussääntöjä. Lähettimestä täytyisi olla vastaanottimen antenniin näköyhteys (kuva 7). Antennit kannattaakin sijoittaa mahdollisimman korkealle, koska ihmisetkin absorboivat RF-aaltoja. Antenneja ei tulisi myöskään sijoittaa metallipintojen läheisyyteen häiriöiden välttämiseksi. Vastaanottimen antennin ei siis tarvitse olla kiinni itse laitteessa, vaan sen voi sijoittaa myös muualle. Antennin saa kiinni esimerkiksi mikrofonitelineeseen tai erilaisiin seinätelineisiin. Antennit kytketään koaksiaalikaapelilla ja BNC-liittimil-

lä. (Shure 2016, 5-7.) Pallokuvioisen antennin sijoittaminen ylösalaisin kattoon kauas heijastavista pinnoista on toimiva ratkaisu. Lähettävän ja vastaanottavan antennin sijoittaminen etäälle toisistaan on myös suotavaa. (Turkington 2007b, 110.)



Kuva 7. Wisycom-antenni (Kuva: Antti Silkelä).

Kun käytössä on paljon langattomia mikrofoneja, useat kiinteät vastaanottimet voivat käyttää samoja antennia (kuva 8). Lähettimen signaalia ei kuitenkaan saa koskaan jakaa useampaan antenniin häiriöiden välttämiseksi! (Turkington 2007b, 110.) Passiivisella splitterillä voi jakaa antennin kahden vastaanottimen kanssa, eikä tämä vaadi sähköä. Yksi jako laskee signaalin tasoa kuitenkin 3 dB:tä, joten yhden antennin jako passiivisella splitterillä useammalle kuin kahdelle vastaanottimelle ei ole suotavaa. 4-5 vastaanotinta saadaan toimimaan samoilla antennilla aktiivisen antenni splitterin avulla. Tämä splitteri vaatii verkkovirtaa toimiakseen, mutta tarjoaa myös make-up gain-säädön kompensoimaan signaalin laskevaa tehoa. Yleisesti aktiivisplitterit tarjoavat 4-5 ulostuloa per antenni sisäänmeno. Jos järjestelmä vaatii esimerkiksi kahdeksan tai useamman vastaanottimen kytkemistä, voidaan käyttää kahta splitteriä. "Mastersplitteriin" on kytketty antennit ja osa vastaanottimista. "Mastersplitterin" ulostulosta signaalin saa kytkettyä toisen "slavesplitterin" antenni sisäänmenoihin, ja tätä kautta loppuihin vastaanottimiin "slavesplitterin" ulostuloista. (Shure 2016, 7-8.)

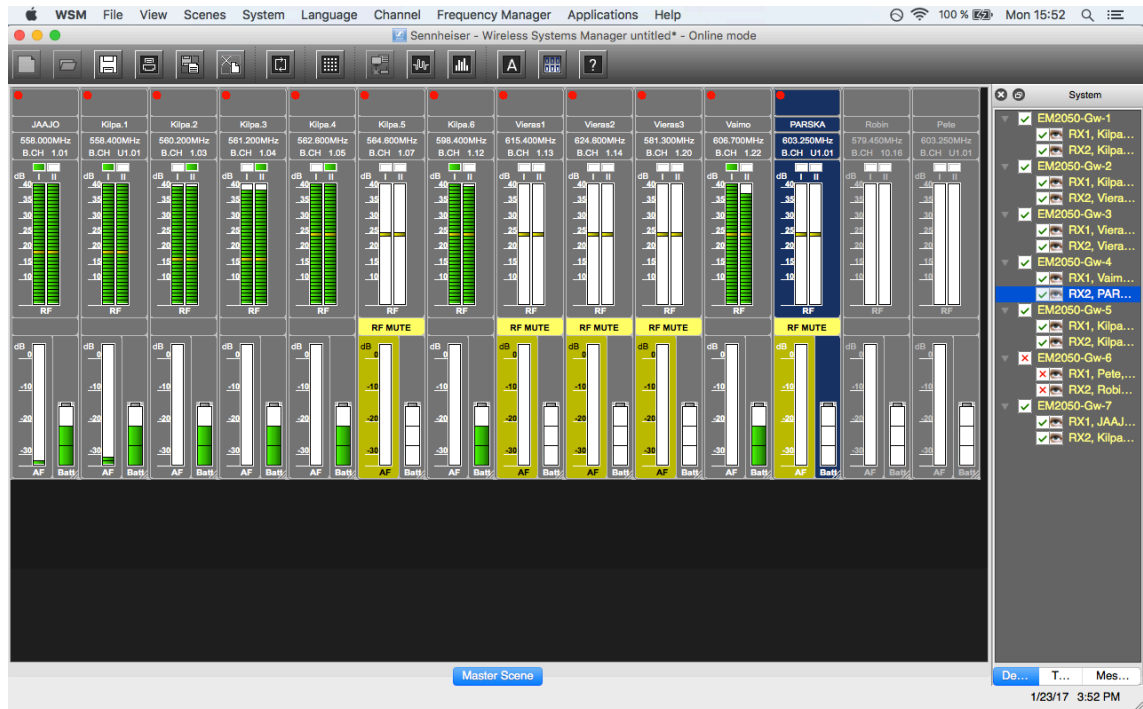
Langattomien laitteistojen tapauksessa käytetään yleensä 50 ohmin koaksiaalikaapelia perinteisen 75 ohmin sijaan signaalin heikentymisen minimoimiseksi. Kuitenkin tapauksissa, joissa antenni joudutaan sijoittamaan hyvin kauas vastaanottimista, heikentymistä voi tapahtua. Kaapelin valmistajien spesifikaatiot kertovat signaalin heikentymisestä eri taajuuksilla desibeleinä jokaista 30 metriä kohden. Mikäli antenni joudutaan laittamaan niin kauas, että signaali heikentyy yli 5 dB, on syytä käyttää antennivahvistinta. Tämä laite kytketään suoraan antennin ja kaapelin välille. Antennin ja vastaanottimen välillä tulisi käyttää yhtenäistä kaapelia. Useamman kaapelin yhdistäminen voi aiheuttaa signaalin tehon laskua. (Shure 2016, 8-9.)

Antennin signaalia kuljettavan kaapelin BNC-liittimet tulee suojata hyvin kosteudelta, mikäli kaapeli on asennettu ulkoilmaan. Kaapeli kannattaa vetää liitoskohdistaan alhaalta ylös, jotta vesi ei pääse valumaan kaapelia pitkin liittimeen. Liittimen voi suojata lisäksi esimerkiksi muovisella sähköteipillä. (Advantech 2016.) Koaksiaalikaapeli toimii ideaalisti, kun sen pitää mahdollisimman suorana. Antennien signaalia kuljettavan kaapelin ei tulisi myöskään ristetä matkalla sähköjohtojen kanssa.



Kuva 8. Langattomia mikrofoneja ja vastaanottimia (Kuva: Antti Silkelä).





Kuva 9. WSM-ohjelmisto langattomien hallintaan (Kuva: Jussi Heikkinen).

#### 4.7 IEM ja IFB

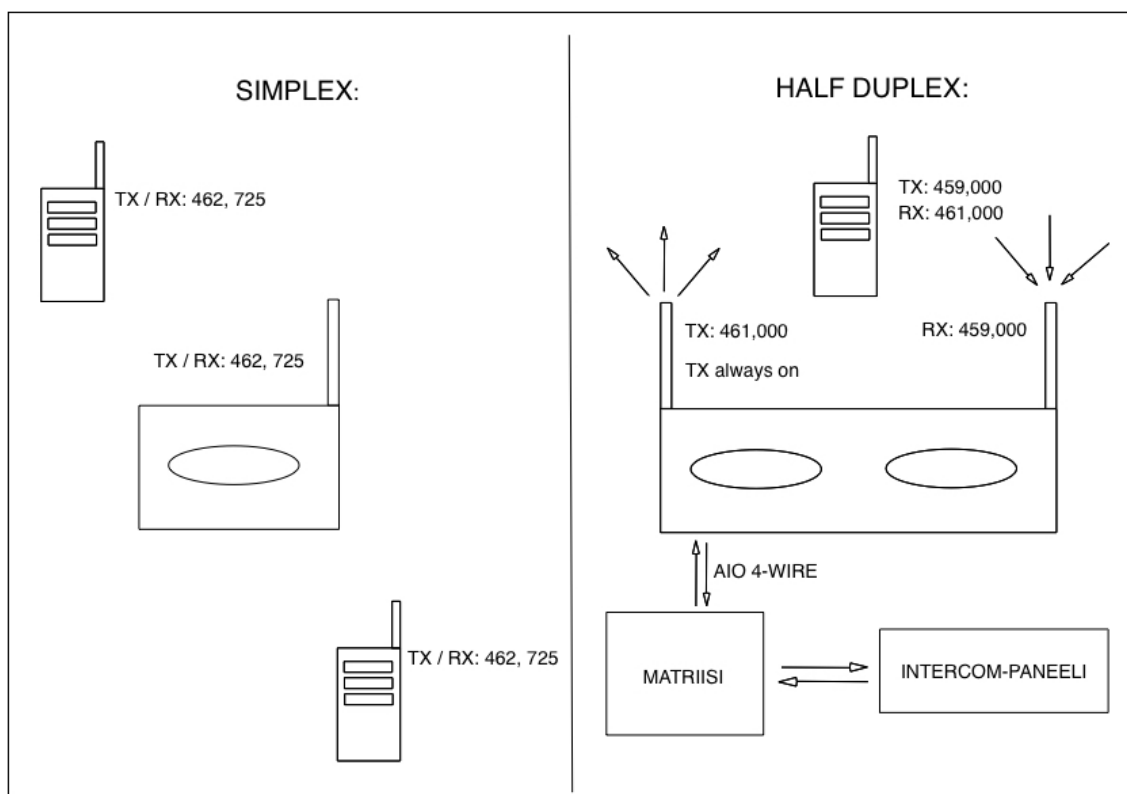
IEM eli In Ear Monitoring tarkoittaa esimerkiksi ohjelman juontajan langatonta vastaanotinta ja siitä lähtevää korvanappia. Korvanapista hän voi kuulla ohjaajaa sekä ohjelmaa. Ohjelmaa voi sisältää esimerkiksi inserttien äänet.

IFB eli Interrupted Fold Back on mekanismi, jolla intercomilla saadaan yhteys korvanappiin. Intercom-paneeliin voidaan ohjelmoida nappi, mitä painamalla ohjelma-ääni hiljenee korvanapissa ja ohjaajan tai vaikka käsikirjoittajan ääni kuuluu päälle. Ohjelma-äänen tason hiljenemistä kutsutaan "ducking"-termillä. Riedel Artist -matriisijärjestelmässä intercom-paneelin IFB-toimintoon voi reitittää myös juontajan käyttämän mikrofonin signaalin. Näin ollen ohjaamon ja studion välillä voidaan käydä keskustelua esimerkiksi mainoskatkon aikana ohjelman tulevista aiheista. (Aromaa 2016.)

## 4.8 Radiopuhelimet

Radiopuhelimia käytetään broadcasting-tuotannoissa monenlaisissa tehtävissä. Tuotantoassistentit voivat hoitaa kulisseyksissä kaikenlaisia järjestelyjä ja viestiä näistä keskenään radiopuhelimien avulla. Joku työryhmän jäsenistä saattaa joutua poistumaan työpisteeltään, ja radiopuhelin on helppo ottaa matkaan. Näin henkilöön saadaan yhteys mikäli häntä tarvitaan pian takaisin. Radiopuhelimilla voidaan viestiä vain yhteen suuntaan kerrallaan, koska tangentin ollessa pohjassa radiopuhelin lähettää signaalia vastaanottamisen sijasta.

Radiopuhelimet voivat toimia itsenäisenä kommunikaatio yksikkönä tai ne voidaan yhdistää intercom-järjestelmään. Jälkimmäisessä tapauksessa intercom-paneelin painikkeeseen voi määrittää yhteyden radiopuhelimiin, ja ohjaajan jatkuvasti auki olevaa kanavaa syötetään radiopuhelimien tukiasemaan. Jos radiopuhelimet on asennettu toimimaan yhdellä yhteisellä taajuudella on kyseessä simplex-moodi (kuva 10). Kuvan 10 TX tarkoittaa lähtevää signaalia (transmitter) ja RX saapuvaa signaalia (receiver).



Kuva 10. Simplex ja half duplex (Kuva: Antti Silkelä).

Simplex moodissa tukiaseman antenni ottaa vastaan sekä lähettää RF-aaltoja. Kun radiopuhelimet halutaan yhdistää Intercom-järjestelmään, broadcasting-tuotannoissa käytetään yleisesti kaksi Motorolan GM360 -tukiasemaa yhdistävää Riedel RiFace -tukiasemaa (kuva 11). Toinen tukiasema ohjelmoidaan lähettämään koko ajan aktiivisena ulos siihen matriisista syötettyä signaalia omalla taajuudellaan. Toinen tukiasema ottaa signaalia vastaan omalla taajuudella radiopuhelimista. Vastaanottavasta tukiasemasta signaali palautuu matriisiin. (Aromaa 2016.)



Kuva 11. Riedel RiFace G2 (Kuva: Riedel 2016).

#### 4.9 Langattoman taajuuskokonaisuuden suunnittelu

Broadcasting-tuotannon taajuuskokonaisuuden suunnittelun voi aloittaa tarkistamalla Viestintäviraston sivulla olevasta karttapalvelusta tuotannon lokaation vapaana olevat taajuuskaistat. Ulkomailla toimiessa täytyy tarkistaa kyseisen maan lainsäädäntö radioliikenteen suhteen. Kun käytössä on paljon langatonta laitteistoa, taajuuksien keskinäisen intermodulaation välttämiseksi voidaan käyttää esimerkiksi Shuren tai Wisycomin intermodulaatio-laskuria. (Aromaa 2016.)

Jos tuotannossa useampi tuotantotiimi käyttää langatonta laitteistoa, on tärkeää neuvotella yhdessä eri laitteissa käytettävistä taajuuksista. Radioskannerin avulla voi selvittää, millä taajuuksilla on toimintaa ja millä vapaata, mutta tähän on harvoin mahdollisuutta. (Aromaa 2016.)

## 5 Matriisijärjestelmät Paratiisihotellin kuvauksissa

### 5.1 Paratiisihotelli

Työskentelin kesällä 2015 Paratiisihotelli reality-sarjan kuvauksissa Espanjassa äänitarkkailijana. Tuotantoyhtiö Zodiak Finland vastasi TV-kanava Neloselle kuvatuun ohjelman sisällöstä ja NEP Finland Oy tuotannon tekniikasta. Ohjelman ideana on laittaa samaan hotelliin joukko sinkkuja, joiden täytyy muodostaa toisen kilpailijan kanssa pari päivittäisissä parin valinta seremonioissa. He jakavat valitun henkilön kanssa saman huoneen seuraavana yönä. Ilman paria jäävä on vaarassa pudota pois kisasta hotellin uima-altaalla järjestetyissä pudotus seremonioissa. Viimeiselle jäljelle jääneelle parille on tarjolla rahapalkinto, jonka voi jakaa tai toinen heistä voi varastaa koko summan. Tuotantoa varten paikalle tuotiin kaikki tarvittava laitteisto Suomesta rekalla. Tarkkaamo ja konehuone rakennettiin kahteen eri konttiin kuvauslokaation välittömään läheisyyteen.

Tämän tyyppistä tosi-TV:tä kuvattaessa ohjaaja päättää keitä henkilöitä seurataan aktiivisesti päivän mittaan. Hotellin tapahtumia seurataan ensisijaisessa A-striimissä, sekä toissijaisessa B-striimissä. Ohjaaja seuraa pääasiassa A-striimiä, antaa ohjeita kameramiehille ja selostaa talon tapahtumia. Kuvaussihteeri ”logga” eli kirjaa ohjaajan selostamia tapahtumia kellonaikojen kanssa leikkausprosessia varten. Tässä tuotannossa ohjaaja operoi itse kuvamikseriä. B-striimillä kuvattiin A-striimin ulkopuolella tapahtuvaa kilpailijoiden interaktiota. A- ja B-striimeille oli omat äänipöytänsä ja äänitarkkailijansa. Tuotannossa käytettiin robottikameroita, paitsi pudotus seremonioissa, joissa kameroita operoitiin kuvauspaikalla.

Äänitarkkailijan tehtävänä on valvoa myös striimien ulkopuolisia tapahtumia. Koska tuotannossa seurataan suurta kilpailija joukkoa. Monitoreista voi tarkkailla ketkä juttelee missäkin. Heidän toimintaansa voidaan tarkkailla kuuntelemalla langattomien mikrofoniin kanavia äänipöydästä (kuva 12). Äänitarkkailijat, kameramiehet ja kuvaussihteeri kommunikoivat tapahtumista omilla kanavillaan.

häiritsemättä ohjaajan toimintaa. Mikäli jossain oli havaittavissa mielenkiintoista toimintaa, tästä ilmoitettiin ohjaajalle ja ohjaaja päätti leikataanko jommankumman striimin kuva sinne. Intercom-järjestelmänä tuotannossa toimi Riedel Artist -matriisijärjestelmä.



Kuva 12. Paratiisihotelli-tuotannon tarkkaamo (Kuva: Antti Silkelä).

## 5.2 Riedel Artist

Riedel Artist -matriisijärjestelmät ovat laajasti käytössä monenlaisissa TV-tuotannoissa, urheilukisoissa, konserttitaloissa ja konferenssikeskuksissa. Riedel tarjoaa joustavan ja tehokkaan digitaalisen pohjaratkaisun intercom-verkostolle, sekä digitaalisen ja analogisen äänen reitittämiseksi. Digitaalinen signaaliketju mahdollistaa kytketyn järjestelmän yksinkertaisen laajentamisen tarpeitten mukaan ja kontrollipaneelien sekä signaalireitityksen konfiguroimisen Director-ohjelmiston avulla. (Riedel 2016a.) Järjestelmän solmukohtana toimii Riedel Node, joka mahdollistaa laajan valikoiman reititys mahdollisuuksia (kuva 13).



Kuva 13. Riedel Artist Node 64 (Kuva: Riedel 2016).

Node on kehys, johon kytketään tuotannossa tarvittavat optiokortit (Client Cards). Kortit tarjoavat erilaisia digitaalisia ja analogisia liittimiä signaalin sisään- ja ulosmenoille. (Riedel 2016a.) Nodesta käytetäänkin termiä frame eli suomalaisittain freimi.

Suuret järjestelmät voivat sisältää useampia nodeja, jotka kuituoptiikalla toisiinsa kytkettynä muodostavat laajan yhteisen matriisin. Tämä helpottaa intercom-järjestelmän kytkemistä, koska nodeja voi sijoittaa lähelle eri työpisteiden kontrollipaneeleita laajassa työympäristössä. Koko signaalireititystä ei siis ole tarve keskittää yhteen paikkaan tai yhden master-kanavan taakse. Tämä säästää myös useiden piuhojen vetämiseltä pitkiä välimatkoja. (Riedel 2016a.)

Kuituoptiikka-kehä saavutetaan kytkemällä ensimmäisen noden kaksi Upstream LC-liitintä seuraavan noden Downstream-liittimiin käänteisesti, koska vasen liitin toimii aina lähettävänä (TX), ja oikea vastaanottavana (RX) liittimenä. Kaikki nodet kytketään toisiinsa samaa periaatetta käyttäen kehän sulkemiseksi. (Riedel 2016c.)

### 5.3 Client Cards

Tässä osiossa käyn läpi minkälaisia kortteja Artist-järjestelmä tarjoaa tuotantojen käyttöön, ja minkälaisia fyysisiä liittimiä ne sisältävät. Paratiisihotelli-tuotannossa työryhmän sisäinen viestintä tapahtui intercom-paneeleilla sekä Riedel RiFace -tukiasemaan yhdistetyillä radiopuhelimilla. Kuvausten aikana ohjelman juontajaan pidettiin yhteyttä korvanapin avulla. Hotellin asukkaiden langattomien mikkien signaalit ja tilamikrofonien signaalit konvertoitiin MADI muotoon erillisel-

lä muuntimella. Tämä loi tarpeen saada intercom-matriisiin liitäntäpinnat paneeleille, analogisia portteja kahdelle tukiasemalle ja MADI I/O-liitännät ohjelma-äänien reitittämiseksi paneeleihin. Korvanapin signaali kulki Riedel Medior-Net kuva ja ääni matriisin kautta.

CPU-128 G2 -kortti tarjoaa RJ-45 Ethernet-liitännän tietokoneeseen Director-ohjelmistoa varten. HDLC-liitäntä (High Level Data Link Control) mahdollistaa kahden CPU-kortin yhdistämisen samassa nodessa redundanssin säilyttämiseksi, mikäli toinen suorittimenä toimiva kortti lopettaa jostain syystä toimintansa. Downstream- ja Upstream LC-liittimet mahdollistavat usean noden kuituringin, ja Alarm Out -ulostulo D-9 liittimellä toimii director-ohjelmistossa määritetyllä tavalla. (Interstage 2016a.)

Riedel-käyttäjäpaneelit voidaan yhdistää matriisiin joko koaksiaalikaapelilla BNC-liittimin (COX-108 G2), tai CAT5-johdolla RJ-45-liittimin (CAT-108 G2). Kumpikin paneelien kytkentään tarkoitettu kortti tarjoaa kahdeksan porttia. Oopperatalon äänikäyttömestari Lari Angervon mukaan heillä on käytössä kaksi CAT-108 G2 -korttia, jotka on tarkoitettu paneelien kytkentään. 2011 tehdyssä oopperatalon äänijärjestelmän remontissa haluttiin käyttää talon rakenteissa jo olevaa CAT-kaapelointia hyödyksi. Pari vuotta myöhemmin myös talon koaksiaalikaapelointia parannettiin. Koska koaksiaalikaapelia on yksinkertaisempi jatkaa pitkillä välimatkoilla, joita oopperatalon kokoisen rakennuksen tilojen välillä tulee, se olisi parempi tapa kytkeä paneeleita tässä tapauksessa. Näyttämö-operaattorin paneeli on kytketty tosin koaksiaalikaapelilla. Hän on vastuussa suurien lavasteiden siirtelystä, joten vaaratilanteissa puheyhteyden täytyy olla mahdollisimman luotettava. Koaksiaalikaapelia voi pitää jossain määrin kestävämpänä ratkaisuna. Talossa ei kuitenkaan ole koaksiaalikaapeli kortteja paneeleille, vaan CAT-108 G2 -korttiin kytkettäessä tehdään koaksiaalikaapeli-CAT5 kääntö siihen tarkoitettulla muuntimella. (Angervo 2016.)

Analogikortteja tarvitaan esimerkiksi analogisen radiopuhelin viestinnän, party-line-ketjujen, ja kaiuttimien yhdistämiseksi järjestelmään. Joissakin tapauksissa kaiutin vaikkapa taukokuoneessa on parempi tapa viestiä kuin paneelin

kytkeminen ihmisten käyttöön, jotka eivät sen toimintoja välttämättä hallitse (Angervo 2016.) AIO-108 G2 ja AIO-109 G2 -kortit tarjoaa 8 balanssoitua (AIO-109 elektronisesti balansoitu) analogi four-wire intercom-porttia RJ-45-liittimin, tai vaihtoehtoisesti D-sub25-liittimillä. D-sub25-liittimien tapauksessa johto viuhkasta tulee kahdeksan uros-XLR-johtoa ulostuloiksi, ja kahdeksan naaras-XLR-johtoa sisäänmenoiksi. (Angervo 2016.)

Erilaisille digitaalisen äänisignaalin siirto protokollille on olemassa omat korttinsa. AES-108 G2 -kortti mahdollistaa AES3-signaalien siirron RJ-45-liittimin. (Interstage 2016b.) MADI-108 G2 -korttia käytetään MADI-laitteistojen yhdistämiseksi Artist-matriisiin. Esimerkiksi digitaalinen langaton intercom-järjestelmä Riedel Acrobat on kytkettävissä MADilla. MADI-portti toimii tässä tapauksessa sisään- ja ulosmena Acrobat-järjestelmän tukiasemaan. MADI on kätevä tapa siirtää tarvittaessa ohjelmaa tuotannon miksereistä intercom-matriisiin ja sitä kautta käyttäjäpaneeliin. (Angervo 2016.) Myös muun muassa AVB-, VoIP- ja Dante-protokollille on olemassa omat korttinsa. (Riedel 2016d, 57.)

GPI-116 G2 General Purpose Interface -kortti tarjoaa 16 sisäänmenoa ja 16 ulostuloa kahdella subD-37-liittimellä (Riedel 2016c, 55). Varsinkin monenlaisessa broadcasting-laitteistossa on yleisesti tarjolla GPI/O-liittimiä, joiden avulla laitteita voidaan hallita matriisin kautta. (Angervo 2016.)

#### **5.4 Director-ohjelmisto**

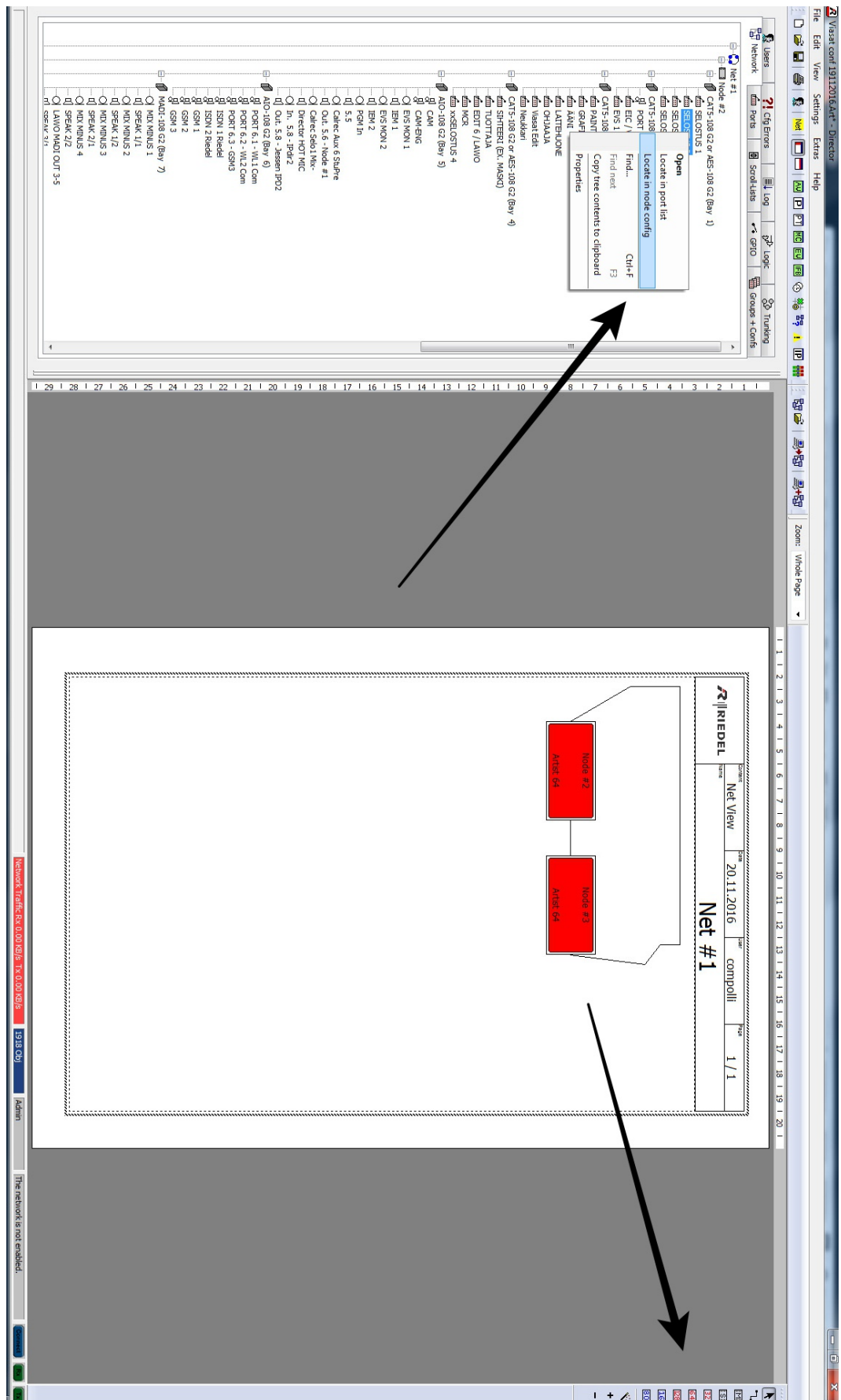
Riedel Artist -järjestelmää ohjataan Director-ohjelmistolla. Director toimii Windows-käyttöjärjestelmässä ja tarjoaa suuren määrän toimintoja järjestelmän konfigurointiin. Paneelien välisiä yhteyksiä voi määrittää drag-and-drop menetelmällä tai eri valikoista. Riedel Node, jossa tietokone on kiinni, tallentaa Director-konfiguroinnin, joten tietokoneen kaatuessa tai ollessa irti nodesta järjestelmä toimii yhä. (Riedel 2016d, 58.)



Yksi tai useampi tietokone voi olla yhdistetty matriisiin eri käyttöoikeuksilla. Tämä mahdollistaa joustavamman pääsyn järjestelmän konfigurointiin, mutta voi aiheuttaa myös ongelmatilanteita, mikäli useampi ihminen voi muuttaa asetuksia useammasta lokaatiosta. (Angervo 2016.)

Ohjelmistossa on useita seuranta- ja diagnostiikkatoimintoja ylläpito henkilökunnan avuksi ongelmatilanteiden ratkaisuun. Esimerkiksi reaaliaikainen Crosspoint View -toiminto näyttää kaikki käytössä olevat yhteydet ja niiden statukset. Yhdessä täysin etäohjattavien toimintojen kanssa yhteyksien hallinta ohjelmiston avulla on tehty yksinkertaiseksi. (Riedel 2016c, 58.)

Käytän esimerkkinä Director -ohjelmiston perustoiminnoista Viasat-tuotannon tiedostoa NEP Finland Oy:n studiolta. Kun järjestelmää aletaan konfiguroida (kuva 14), Director-ohjelmiston alku näkymän valkoiselle arkille vedetään ruudun oikeasta reunasta käytössä oleva node tai useampi. Vasemmalla puolella ruutua näkyy jo lista määritellyistä korteista ja niiden portteihin määritetyistä reitityksistä. Nodeen kytketyt kortit valitaan jokaisen korttipaikan valikoista (kuva 15). Jokaisen portin kohdalta valitaan minkälainen paneeli tai muu laite siinä on kiinni (kuva 16). Kuvassa 17 ruudun vasemmalta laidalta voi valita paneelin sen painikkeiden määrittämistä varten. Samasta valikosta voi vetää hiirellä toisen paneelin johonkin painikkeeseen ja määrittää näin yhteys paneeleiden välille. Kuvassa 17 oleva paneeli on tarkoitettu kahdelle Viasat-lähetyksen selostajalle. Paneeliin taakse voi kytkeä suoraan mikrofoniin etuasteen, ja näin saada puhe-signaali sisään järjestelmään. Selostajien paneelissa näkyvä Mix- termi tarkoittaa selostajalle omistettua äänisignaalia joka sisältää kaiken paitsi selostajan oman äänen. MCR-operaattori hoitaa TV-kanavien ohjelmien ja mainosten ulosajon. ISDN-kanavien kautta voi puhua reporttereille ohjelma-äänen ohi. (Aromaa 2016.)



Kuva 14. Director-ohjelmiston alkunäkymä (Kuva: Olli Aromaa).

**Network**

- Net #1
  - CATS-108 G2 or AES-108 G2 (Bay 1)
    - SEOSTUS 1
    - SEOSTUS 2
    - SEOSTUS 3
    - SEOSTUS 4
  - CATS-108 G2 or AES-108 G2 (Bay 2)
    - PORT 2.6 - Node #1
    - EIC / VISION
  - EVS 1
  - CATS-108 G2 or AES-108 G2 (Bay 3)
    - ROUFINKA
    - LAHTI
    - LAHTIHOIE
    - CHAJA
    - Neulan
  - CATS-108 G2 or AES-108 G2 (Bay 4)
    - SHTERI (EX. MAKO)
    - LUOTTAJA
    - EDT 6 / LAWO
    - MCR
  - AO-108 G2 (Bay 5)
    - SEOSTUS 4
    - CAM-ENG
    - EVS MON 1
    - EBH 1
    - EVS MON 2
    - EBH 2
    - ROK In
    - 5.5
    - Carec Aux 6 Supre
    - Out 5.6 - Node #1
    - Carec SHOT Mix-
    - In 5.8 - Profr2
    - Out 5.8 - Jeesen PPO2
  - MAO-108 G2 (Bay 6)
    - PORT 6.1 - VU.Tcom
    - PORT 6.2 - VU.Tcom
    - PORT 6.3 - VU.Tcom
    - ISSN 1 Riedel
    - ISSN 2 Riedel
    - ISSN 3
    - ISSN 4
  - MAO-108 G2 (Bay 7)
    - MIX MINUS 1
    - SPEAK 1/1
    - MIX MINUS 2
    - SPEAK 1/2
    - MIX MINUS 3
    - SPEAK 2/1
    - MIX MINUS 4
    - SPEAK 2/2
    - MIX MINUS 5
    - SPEAK 3/1
    - MIX MINUS 6
    - SPEAK 3/2
    - MIX MINUS 7
    - SPEAK 4/1
    - MIX MINUS 8
    - SPEAK 4/2
    - MIX MINUS 9
    - SPEAK 5/1
    - MIX MINUS 10
    - SPEAK 5/2

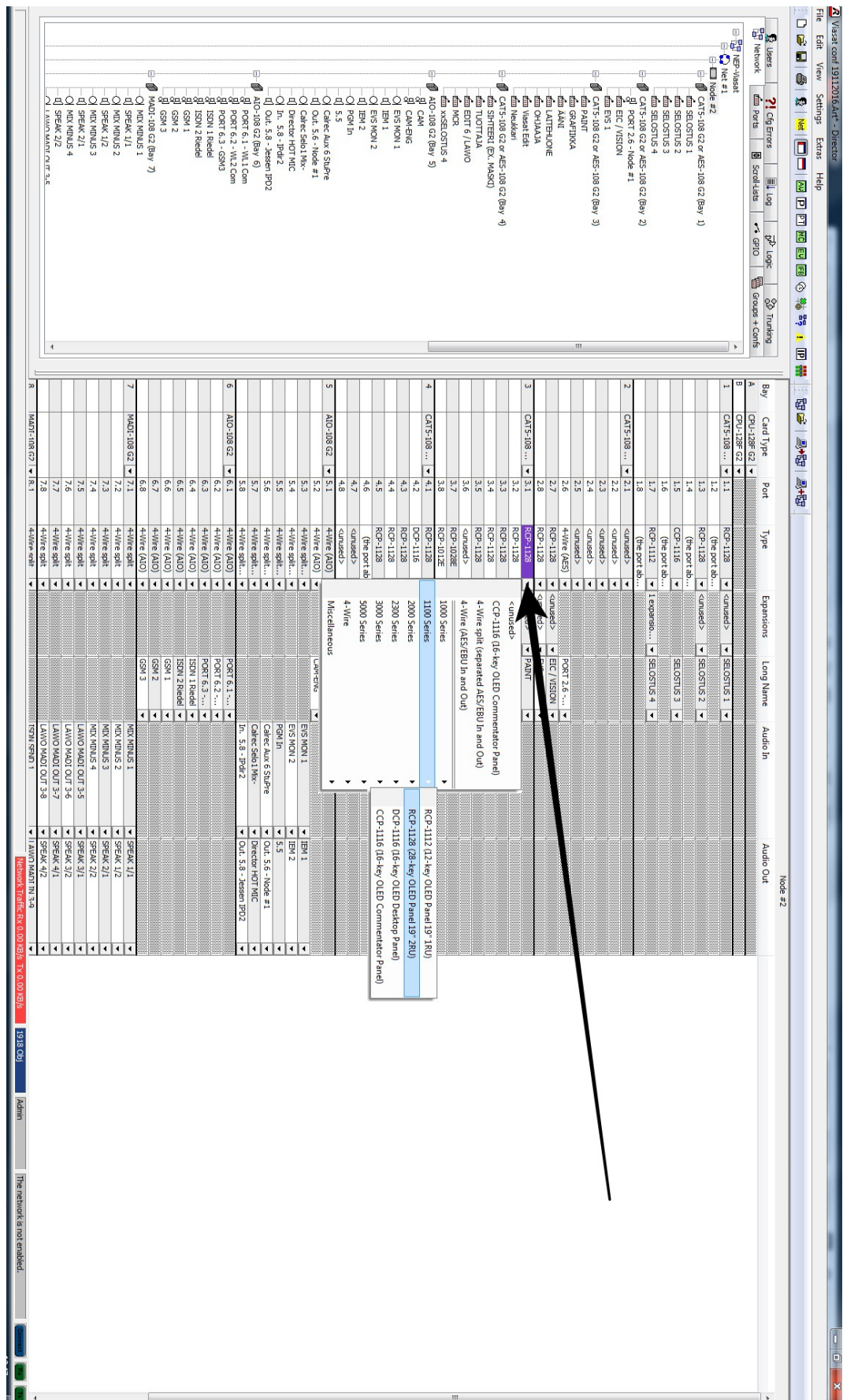
**Card Type** Port Type Expansions Long Name Audio In Audio Out

Bay	Card Type	Port	Type	Expansions	Long Name	Audio In	Audio Out
A	CPU-128F G2						
B	CATS-108 G2	1.1	RCP-1128	<unused>	SEOSTUS 1		
		1.2	(the port ab...)	<unused>	SEOSTUS 2		
		1.3	RCP-1128	<unused>	SEOSTUS 3		
		1.4	(the port ab...)	<unused>	SEOSTUS 4		
		1.5	RCP-1116	<unused>	SEOSTUS 5		
		1.6	(the port ab...)	<unused>	SEOSTUS 6		
		1.7	RCP-1112	<unused>	SEOSTUS 7		
		1.8	(the port ab...)	<unused>	SEOSTUS 8		
		1.9	<unused>	<unused>	SEOSTUS 9		
		2.0	<unused>	<unused>	SEOSTUS 10		
		2.1	<unused>	<unused>	SEOSTUS 11		
		2.2	<unused>	<unused>	SEOSTUS 12		
		2.3	<unused>	<unused>	SEOSTUS 13		
		2.4	<unused>	<unused>	SEOSTUS 14		
		2.5	<unused>	<unused>	SEOSTUS 15		
		2.6	<unused>	<unused>	SEOSTUS 16		
		2.7	<unused>	<unused>	SEOSTUS 17		
		2.8	<unused>	<unused>	SEOSTUS 18		
		2.9	<unused>	<unused>	SEOSTUS 19		
		3.0	<unused>	<unused>	SEOSTUS 20		
		3.1	<unused>	<unused>	SEOSTUS 21		
		3.2	<unused>	<unused>	SEOSTUS 22		
		3.3	<unused>	<unused>	SEOSTUS 23		
		3.4	<unused>	<unused>	SEOSTUS 24		
		3.5	<unused>	<unused>	SEOSTUS 25		
		3.6	<unused>	<unused>	SEOSTUS 26		
		3.7	<unused>	<unused>	SEOSTUS 27		
		3.8	<unused>	<unused>	SEOSTUS 28		
		3.9	<unused>	<unused>	SEOSTUS 29		
		4.0	<unused>	<unused>	SEOSTUS 30		
		4.1	<unused>	<unused>	SEOSTUS 31		
		4.2	<unused>	<unused>	SEOSTUS 32		
		4.3	<unused>	<unused>	SEOSTUS 33		
		4.4	<unused>	<unused>	SEOSTUS 34		
		4.5	<unused>	<unused>	SEOSTUS 35		
		4.6	<unused>	<unused>	SEOSTUS 36		
		4.7	<unused>	<unused>	SEOSTUS 37		
		4.8	<unused>	<unused>	SEOSTUS 38		
		4.9	<unused>	<unused>	SEOSTUS 39		
		5.0	<unused>	<unused>	SEOSTUS 40		
		5.1	<unused>	<unused>	SEOSTUS 41		
		5.2	<unused>	<unused>	SEOSTUS 42		
		5.3	<unused>	<unused>	SEOSTUS 43		
		5.4	<unused>	<unused>	SEOSTUS 44		
		5.5	<unused>	<unused>	SEOSTUS 45		
		5.6	<unused>	<unused>	SEOSTUS 46		
		5.7	<unused>	<unused>	SEOSTUS 47		
		5.8	<unused>	<unused>	SEOSTUS 48		
		5.9	<unused>	<unused>	SEOSTUS 49		
		6.0	<unused>	<unused>	SEOSTUS 50		
		6.1	<unused>	<unused>	SEOSTUS 51		
		6.2	<unused>	<unused>	SEOSTUS 52		
		6.3	<unused>	<unused>	SEOSTUS 53		
		6.4	<unused>	<unused>	SEOSTUS 54		
		6.5	<unused>	<unused>	SEOSTUS 55		
		6.6	<unused>	<unused>	SEOSTUS 56		
		6.7	<unused>	<unused>	SEOSTUS 57		
		6.8	<unused>	<unused>	SEOSTUS 58		
		6.9	<unused>	<unused>	SEOSTUS 59		
		7.0	<unused>	<unused>	SEOSTUS 60		
		7.1	<unused>	<unused>	SEOSTUS 61		
		7.2	<unused>	<unused>	SEOSTUS 62		
		7.3	<unused>	<unused>	SEOSTUS 63		
		7.4	<unused>	<unused>	SEOSTUS 64		
		7.5	<unused>	<unused>	SEOSTUS 65		
		7.6	<unused>	<unused>	SEOSTUS 66		
		7.7	<unused>	<unused>	SEOSTUS 67		
		7.8	<unused>	<unused>	SEOSTUS 68		
		7.9	<unused>	<unused>	SEOSTUS 69		
		8.0	<unused>	<unused>	SEOSTUS 70		
		8.1	<unused>	<unused>	SEOSTUS 71		
		8.2	<unused>	<unused>	SEOSTUS 72		
		8.3	<unused>	<unused>	SEOSTUS 73		
		8.4	<unused>	<unused>	SEOSTUS 74		
		8.5	<unused>	<unused>	SEOSTUS 75		
		8.6	<unused>	<unused>	SEOSTUS 76		
		8.7	<unused>	<unused>	SEOSTUS 77		
		8.8	<unused>	<unused>	SEOSTUS 78		
		8.9	<unused>	<unused>	SEOSTUS 79		
		9.0	<unused>	<unused>	SEOSTUS 80		
		9.1	<unused>	<unused>	SEOSTUS 81		
		9.2	<unused>	<unused>	SEOSTUS 82		
		9.3	<unused>	<unused>	SEOSTUS 83		
		9.4	<unused>	<unused>	SEOSTUS 84		
		9.5	<unused>	<unused>	SEOSTUS 85		
		9.6	<unused>	<unused>	SEOSTUS 86		
		9.7	<unused>	<unused>	SEOSTUS 87		
		9.8	<unused>	<unused>	SEOSTUS 88		
		9.9	<unused>	<unused>	SEOSTUS 89		
		10.0	<unused>	<unused>	SEOSTUS 90		
		10.1	<unused>	<unused>	SEOSTUS 91		
		10.2	<unused>	<unused>	SEOSTUS 92		
		10.3	<unused>	<unused>	SEOSTUS 93		
		10.4	<unused>	<unused>	SEOSTUS 94		
		10.5	<unused>	<unused>	SEOSTUS 95		
		10.6	<unused>	<unused>	SEOSTUS 96		
		10.7	<unused>	<unused>	SEOSTUS 97		
		10.8	<unused>	<unused>	SEOSTUS 98		
		10.9	<unused>	<unused>	SEOSTUS 99		
		11.0	<unused>	<unused>	SEOSTUS 100		

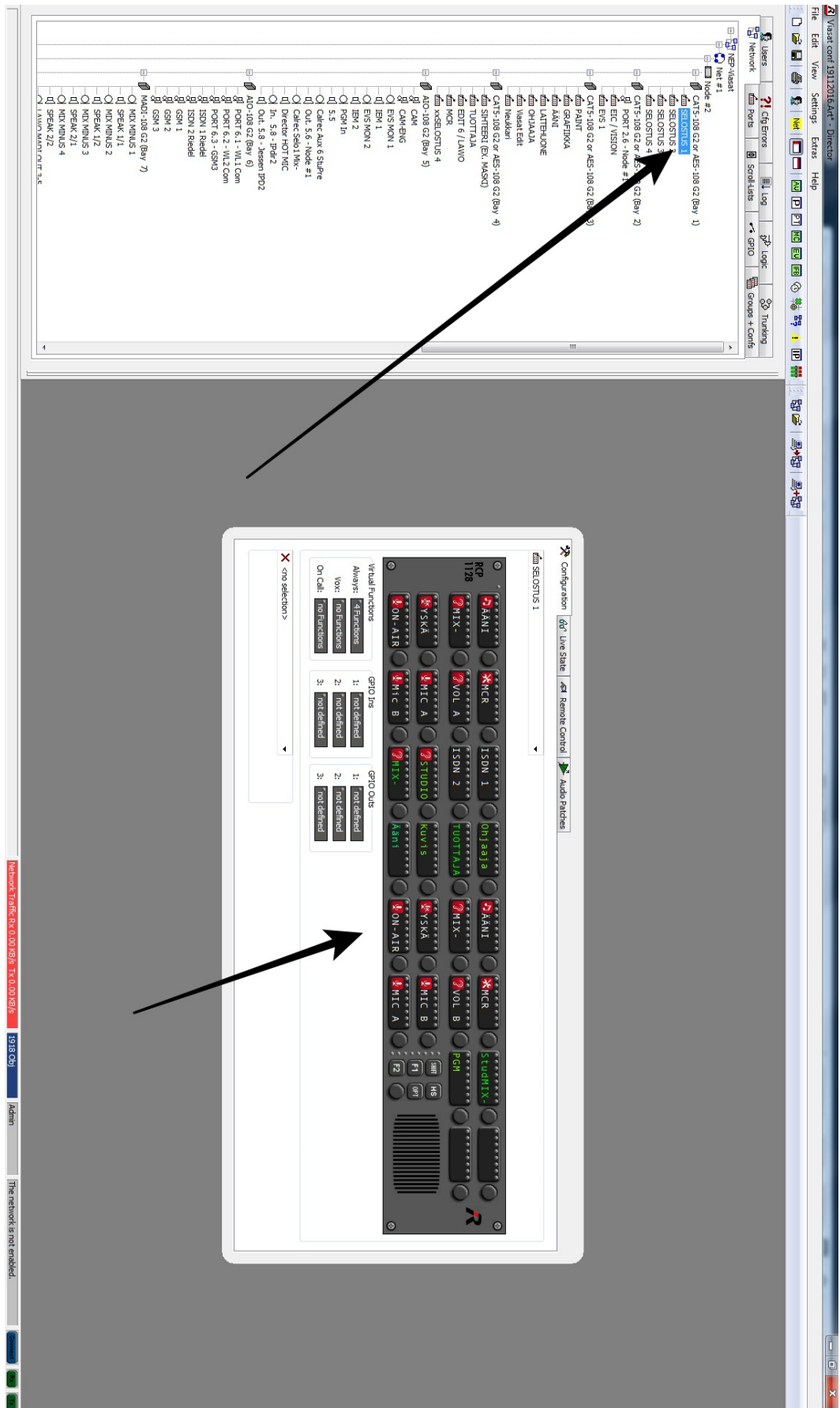
COAX-108 G2 (8 Channels via Coax)  
 CATS-108 G2 (8 Channels via Cat5) or AES-108 G2 (8 AES/EBU 4-Wire)  
 AO-108 G2 (8 Analogue 4-Wire)  
 MAO-108 G2 (8 Channels via MAO)  
 AES-108 G2 (8 Channels via AES)  
 VOP-108 G2 (8 Channels via Voice over IP)  
 GPI-116 G2 (16 Relay-Outputs and 16 Opto-Inputs)

1918.001 Admin The network is not enabled.

Kuva 15. Director-ohjelmiston Client Card valikko (Kuva: Olli Aromaa).







Kuva 17. Director-ohjelmisto: paneelin konfigurointi (Kuva: Olli Aromaa).



#### 5.4.1 Riedel MediorNet ja Lawo V\_pro8

Broadcasting-tuotantojen signaalin reitityksen yksinkertaistamiseksi on luotu modulaarisia laitteistoja, jotka mahdollistavat useiden eri signaaliformaattien konvergenssin samaan järjestelmään. MediorNet tarjoaa yhteisen alustan videon, äänen, datan ja intercom-signaalien siirtoon. Kuituoptikkaan pohjautuva järjestelmä yhdistää signaalin prosessoinnin, konvertoinnin ja reitityksen. Käyttäjä voi lähettää minkä vaan sisääntulo signaalin mihin vaan ulostuloon tai jopa useampaan. Järjestelmä tukee reaaliaikaista kompressoimatonta signaalin siirtoa. Usean eri media-infrastruktuurin integroiminen yhdeksi ohjelmistolla ohjautuvaksi tietoverkoksi luo säästöjä kaapelointi- ja järjestelmähankintoihin. (Riedel 2016d, 8.) MediorNet-matriisia ohjataan MediorWorks-ohjelmistolla (Riedel 2016d, 13).

MediorNet Modular tarjoaa Riedel Artist Noden tapaan mahdollisuuden valita ja kytkeä laitteeseen tuotantoon tarvittavat kortit (Riedel 2016d, 14). MediorNet Compact tarjoaa kuituoptikka-stageboxin, jossa on monipuolinen valikoima liittimiä jo valmiiksi. Modular ja Compact toimivat myös yhdessä saman järjestelmän sisällä. ( Riedel 2016d, 18.)

Jos tuotanto tapahtuu tilassa, jossa ei ole sisäistä koaksiaali- tai CAT-kaapeli-infrastruktuuria, MediorNet-framet mahdollistavat äänen, kuvan, datan ja intercom-järjestelmän signaalien reitityksen valokuitua pitkin sisään ja ulos MediorNet-matriisista. MediorNet ei ole kuitenkaan ainoastaan signaalien reititystä varten, vaan sillä voidaan hallita kuvan ominaisuuksia. MediorNet mahdollistaa muun muassa kuvan skaalauksen, äänen ja kuvan embeddauksen ja de-embeddauksen, sekä synkronoinnin. Koska on kyse Riedel tuoteperheestä, se on täysin integroitavissa Artist-järjestelmään. Slihen voi kytkeä siis myös intercom-paneelin tai muita komentojärjestelmiä. Tietyn lisenssin hankkimalla Artist-käyttäjäpaneelilla voi myös ohjata MediorNetin kytkentöjä, kuten vaihtamaan kuvaa monitorissa. (Angervo 2016.)

V\_pro8 on digitaalinen kahdeksankanavainen videoprosessori, joka sisältää broadcasting-tuotannoissa tarvittavia äänen ja videon yhteen liimaus työkaluja. V\_pro8 on tarkoitettu erilaisten videoformaattien yhdistämiseen ja äänen sekä kuvan embeddaukseen ja de-embeddaukseen. Audio kytketään laitteeseen MADl:na. V\_pro8 on matriisijärjestelmä, jossa on 8 x 8 videomatriisi, sekä 384 x 284 audiomatriisi. Näitä signaaleja on mahdollista yhdistää ja erottaa halutulla tavalla. Prosessoria hallitaan Web-GUI-ohjelmistolla. (Lawo 2016.) Web-GUI ohjelmiston käyttöliittymä on selkeä vaikka tarjoaakin paljon toimintoja.

## **6 Intercom-järjestelmän suunnittelu**

Intercom-järjestelmää suunniteltaessa täytyy aluksi miettiä, mitä järjestelmällä pyritään saavuttamaan annetun budjetin rajoissa. Tuotannon tarpeet vaihtelee sen koon ja luonteen suhteen. (Strader 2007c, 63.) Jos tarkoituksena on kuvata suoraa TV-lähetystä, jonka jokainen kameran leikkaus on ennakkosuunniteltu, ja mukana on haastatteluita ympäri maailmaa, intercom-järjestelmä vaatii paljon enemmän kuin pingiksen SM-kilpailun videoprojisointi urheiluhallin valkokankaalle kahdella kameralla. Suunnitteluvaiheessa järjestelmää on hyvä alkaa katsomaan ennemmin alhaalta ylöspäin kuin ylhäältä alas (Strader 2007c, 63).

Aluksi täytyy laskea kuinka monta henkilöä täytyy olla intercomin ulottuvissa ja kuinka monessa lokaatiossa (Strader 2007c, 63). Paratiisihotellin tapauksessa tarkkaamon puolella työskenteli seitsemän ihmistä: kaksi äänitarkkailijaa, kaksi robottikamera-operaattoria, ohjaaja, kuvaussihteeri, ja EVS-operaattori. Konehuoneen nurkkauksessa oli oma kuvamonitori ja paneeli käsikirjoittajalle ja tuottajille. Taloon menevälle henkilökunnalle oli käytössä radiopuhelimia, ja ohjelman juontajalle korvanappi.



Paratiisihotelli oli tässä mielessä melko pieni tuotanto. Esimerkiksi konserttitalon tai TV-studion äänijärjestelmää suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon lukuisat muuttuvat tarpeet niin työryhmien koossa ja sijoittumisessa, kuin talon ulkopuolelle tarvittavissa yhteyksissä. Seuraava vaihe järjestelmän suunnittelussa onkin miettiä, tarvitaanko järjestelmään jonkin tyyppisiä puhelinyhteyksiä, mahdollisuutta yhdistää järjestelmä ulkotuotantoautoon ja mitä laitteita täytyy kyetä ohjaamaan GPI:n avulla. Nämä kaikki yhteenlaskemalla saadaan alustava määrä tarvittaville porteille matriisissa (Strader 2007c, 63).

Kun työryhmän jäsenten määrät ja tehtävät ovat tiedossa, voi miettiä minkälaisia paneeleita heille annetaan käyttöön. Tarvittavien yhteyksien määrä paneelista ja paneelin asennus mahdollisuus kyseiseen sijaintiin vaikuttaa valintoihin. Jos työryhmän jäsen joutuu olemaan liikkeessä tai paneelien ulottumattomissa, täytyy hänen käyttöönsä saada langaton beltback. (Strader 2007c, 63.)

Tuotannon workflow määrittää järjestelmän konfiguroinnin ja hienosäädön. Tuotantokohtaisesti intercom-vastaava joutuu miettimään asioita, kuten onko eri äänilähteiden monitoroinnille tarvetta paneelin kautta, mitä yksilöllisiä tarpeita jokaisella käyttäjällä on intercomin suhteen, onko käyttömukavuuden kannalta järkevämpää tehdä konferenssi puhelu usealle ihmiselle yhden painikkeen kautta ja niin edelleen. Kun kaikkien tarpeet otetaan huomioon intercomien suhteen tuotannossa, työskentely on helpompaa ja sujuvampaa.

## **7 Pohdinta**

Onnistuneen broadcasting-tuotannon ytimessä on toimiva kommunikointi työryhmän jäsenten eri vastuu-alueiden välillä. Tavallinen kaduntallaaja ei tule todennäköisesti ajatelleeksi TV-viihdeohjelmaa katsellessaan kuinka monesta eri osa-alueesta lähetys koostuu. Ohjelman tähtien, äänen, kuvan, valojen ja grafiikan kietoutuminen yhdeksi saumattomaksi kokonaisuudeksi onkin tuotantotiimin tehtävä. Suoria lähetyksiä kuvattaessa jokaisen kytketyn johdon ja ra-

dioyhteyden toimimisen tärkeys korostuu entisestään. Mikäli mikä tahansa osa-alue tuotannossa alkaa rakoilla kulisseyksissä alkaa kuhista. Stressinsietokyky ja nopeat ongelmanratkaisutaidot ovatkin keskeisiä taitoja broadcasting-alalla. Broadcasting-tuotannon teknologiaa ja työryhmän viestinnän dynamiikkaa ymmärtääkseen on tärkeää huomata, että ääni, kuva tai intercom-järjestelmä eivät ole yksittäisiä sarakkeita. Verkkotopologiat eri matriisien välillä vaihtelevat tuotantojen mukaan, mutta eri medioiden, laitteistojen ja tietoverkkojen välillä on jo vahva konvergenssi.

Intercom-järjestelmät ovat aina seuranneet uusimpia kommunikaatioteknologian edistysaskelia. Aluksi kyse oli analogisista puhelinlaitteista, sitten mukaan tuli mikroprosessorit, ja nyt monikanavaisen komentojärjestelmän saa jo älypuhelimien. Muutos täysin digitaalisiin järjestelmiin onkin jo pitkällä.

IP-pohjaiseen viestintään siirtyminen tuo alalle mahdollisuuksia mutta myös haasteita. Audinate laitevalmistajan perustajajäsen Aidan Williams (2015) on nostanut esille keskeisiä tulevaisuuden näkymiä IP-verkoista. Audiojärjestelmät tulevat kasvamaan, koska IP-osoitteisiin perustuvat verkostot luovat mahdollisuuksia eri lokaatioiden ja laitteistojen yhteentoimivuudelle sekä järjestelmien skaalaukselle. Tällaisessa verkostossa toimiminen tuo kuitenkin tarpeita hallita eri käyttäjien oikeuksia vaikuttaa verkoston toimintaan. Eri toimijoiden auktorisointi on keskeistä, jotta haitallisten muutosten teko verkostoon vahingossa tai tahallaan on paremmin hallittavissa.

Broadcasting-tuotannon tyypisessä työympäristössä työrauhan ylläpito on tärkeää. Tämän vuoksi kuvausten ollessa käynnissä jopa vierustoverin kanssa käydyt keskustelut hoidetaan usein intercomin välityksellä matalalla äänenvoimakkuudella. Tuotannon koostuessa niin monesta liikkuvasta osasta jokaiselle on annettava mahdollisuus keskittyä omaan tehtävään ja muiden tarkkailuun. Kuitenkin vähemmän kiireellisinä hetkinä intercom toimii usein työryhmän keskeisenä virkistyskanavana ja huulta heitetään milloin mistäkin. Intercom-järjestelmissä onkin tavallaan kyse hyvin perustavanlaatuisista inhimillisestä tarpeesta olla vuorovaikutuksessa muiden kanssa. Mikäli ihmisten välinen kommunikaatio katkeaa, asiat menevät äkkiä hyvin vaikeiksi.

## Lähteet

- Advantech 2016. Wireless Antenna Installation Guide: 10 tips for how to choose the right antenna. Advantech. <http://www.bb-elec.com/Learning-Center/All-White-Papers/Wireless-Cellular/Wireless-Antenna-Installation-Guide-10-Tips-for-Ma.aspx>. 2.12.2016.
- Angervo, Lari. 2016. Käyttömestari. Suomen kansallisooppera ja -baletti. Nauhoitettu haastattelu 1.11.2016.
- Aromaa, O. 2016. Äänitekniikka. NEP Finland Oy. Nauhoitettu haastattelu 5.10.2016.
- Audinate 2016. Dante Overview. Audinate. <https://www.audinate.com/solutions/dante-overview>. 29.11.2016.
- Beal, Vangie. 2016. ISDN - integrated services digital network. Webopedia. <http://www.webopedia.com/TERM/I/ISDN.html>. 23.11.2016.
- HowToAV.tv 15.6.2015. What is the difference between VoIP and AoIP?. HowToAV.tv. <https://www.youtube.com/watch?v=Z9cV041MaCs>. 29.11.2016.
- Hubler, S. 2007a. Introduction to Party-Line Intercom Systems. Benedict, L . (toim.) Handbook of Intercom Systems Engineering. Yhdysvallat: Telex Communications, 7-20.
- Hubler, S. 2007b. Design of Party-Line Intercom Systems. Benedict, L . (toim.) Handbook of Intercom Systems Engineering. Yhdysvallat: Telex Communications, 21-44.
- Kuutti, H. 2006. Uusi mediasanasto. Jyväskylä: Atena kustannus Oy.
- Lawo 2016. V\_pro8. Lawo. <https://www.lawo.com/products/video-line/v-pro8.html>. 30.11.2016.
- Musakka, H. 2016. Kuvaussihteeri. Freelancer. Nauhoitettu haastattelu 28.9.2016.
- The Museum of Retro Technology 31.11.2015. Voicepipes and Speaking-Tubes. The Museum of Retro Technology. <http://www.douglas-self.com/MUSEUM/COMMS/voicepipe/voicepipe.htm>. 15.2.2017.
- Ravenna 2016. Technology. Ravenna. <http://www.ravenna-network.com/using-ravenna/technology/>. 29.11.2016.
- Richardson, D. 2007. Introduction to Wireless Intercom Systems. Benedict, L . (toim.) Handbook of Intercom Systems Engineering. Yhdysvallat: Telex Communications, 113-128.
- Riedel 2016a. Product Info - Artist S. Interstage. [http://www.interstage.dk/Sider/Produkter/Brochure\\_manual/Riedel/Riedel\\_Artist\\_S\\_bro.pdf](http://www.interstage.dk/Sider/Produkter/Brochure_manual/Riedel/Riedel_Artist_S_bro.pdf) 28.10.2016.
- Riedel 2016b. Quick Guide – VCP-1312. Riedel. [https://www.riedel.net/fileadmin/user\\_upload/800-downloads/06.0-Manuals-Intercom/QG\\_VCP-1312\\_EN\\_v1\\_0.pdf](https://www.riedel.net/fileadmin/user_upload/800-downloads/06.0-Manuals-Intercom/QG_VCP-1312_EN_v1_0.pdf). 29.11.2016.
- Riedel 2016c. Riedel Fiber Node Configuration. Riedel. [https://static1.squarespace.com/static/53062f8de4b09e63a23ce552/t/53125738e4b060dc36b36ab5/1393710904765/Riedel\\_fiber\\_node\\_configurationj.pdf](https://static1.squarespace.com/static/53062f8de4b09e63a23ce552/t/53125738e4b060dc36b36ab5/1393710904765/Riedel_fiber_node_configurationj.pdf). 28.10.2016.
- Riedel 2016d. Riedel Catalog English. Riedel.
- RME 2016. MADI Info Center. RME. <http://www.rme-audio.de/en/products/madi-center.php>. 29.11.2016.

- Robjohns, H. 1.2.2007. Digital Interfacing. Sound On Sound. <http://www.soundonsound.com/techniques/digital-interfacing>. 29.11.2016.
- Strader, R. 2007a. Intercoms—An Overview. Benedict, L .(toim.) Handbook of Intercom Systems Engineering. Yhdysvallat: Telex Communications, 1-6.
- Strader, R. 2007b. Introduction to Matrix Intercom Systems. Benedict, L .(toim.) Handbook of Intercom Systems Engineering. Yhdysvallat: Telex Communications, 45-60.
- Strader, R. 2007c. Design of Matrix Intercom Systems. Benedict, L .(toim.) Handbook of Intercom Systems Engineering. Yhdysvallat: Telex Communications, 61-84.
- The Telos Alliance 2016. VoIP in the Broadcast Studio. The Telos Alliance. <https://www.telosalliance.com/support/VoIP-in-the-Broadcast-Studio->. 28.10.2016.
- Turkington, R. 2007a. Introduction to Wireless Intercom Systems. Benedict, L . (toim.) Handbook of Intercom Systems Engineering. Yhdysvallat: Telex Communications, 85-94.
- Turkington, R. 2007b. Design of Wireless Intercom Systems. Benedict, L . (toim.) Handbook of Intercom Systems Engineering. Yhdysvallat: Telex Communications, 95-112.
- Viestintävirasto 2016a. Radiolaitteiden vaatimustenmukaisuus ja radioluvat takaavat toimivan radioliikenteen. Viestintävirasto. <https://www.viestintavirasto.fi/taajuudet/radiolaitteet.html>. 25.10.2016.
- Viestintävirasto 2016b. Radioluvat viestintävirastosta. Viestintävirasto. <https://www.viestintavirasto.fi/taajuudet/radioluvat.html>. 25.10.2016.
- Viestintävirasto 2015c. Langattomat kamerat, videolinkit ja mikrofonit. Viestintävirasto. <https://www.viestintavirasto.fi/taajuudet/radioluvat/langattomatkameratjamikrofonit.html>. 15.2.2017.
- VoIP Mechanic 2016a. SIP - the basics of VoIP. VoIP Mechanic. <http://www.voipmechanic.com/sip-basics.htm>. 29.11.2016.
- VoIP Mechanic 2016b. What is VoIP?, a tutorial. VoIP Mechanic. <http://www.voipmechanic.com/what-is-voip.htm>. 29.11.2016.
- Williams, Aidan. 23.7.2015. Glimpse the Future of Audio Networking, AES67 & Dante Via - Aidan Williams at AVNW 2015. Audinate. <https://www.youtube.com/watch?v=0XQVoAIXXJE>. 29.11.2016.